

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ
КРЫМСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ
ОБСЕРВАТОРИИ

ТОМ XX



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА—1958

Редакционная коллегия:

член-корр. АН СССР *А. Б. Северный* (ответственный редактор),
член-корр. АН СССР *Э. Р. Мустель*,
доктор физ.-мат. наук *В. Б. Никонов*,
кандидат физ.-мат. наук *П. П. Добронравин*
(заместитель ответственного редактора),
кандидат физ.-мат. наук *Л. С. Галкин*
(ответственный секретарь)

ИОНОСФЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ БОЛЬШОЙ СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКИ
23 ФЕВРАЛЯ 1956 ГОДА

Н. Н. Ерушев

Приводятся результаты анализа экспериментальных данных, полученных во время большой вспышки на Солнце 23 февраля 1956 г. на ионосферной станции и установке для регистрации атмосфериков.

Обнаружено, что во время этой вспышки имело место возрастание электронной концентрации (N) в ионосферных слоях E_2 и E . Максимальные значения ΔN , поддающиеся оценке, равны: 95% для слоя E_2 и 60% для слоя E .

Замечено внезапное уменьшение интегральной интенсивности атмосфериков в 3^h45^m U. T., обусловленное увеличением ионизации в слое D ионосферы за счет излучения вспышки.

Отмечается, что ионосферные эффекты 23 февраля 1956 г. необычны и связаны с особенностью самой вспышки на Солнце.

IONOSPHERIC EFFECTS OF THE LARGE SOLAR FLARE OF FEBRUARY 23, 1956, by N. N. Erushev. — The results are given of the analysis of experimental data obtained during the large solar flare of February 23, 1956 at the ionospheric station and on the device for registering atmosphericics.

It was found that during this flare there was an increase in the electron concentration (N) of the ionospheric E_2 and E layers. The maximum values of ΔN , which could be estimated, are: 95% for the E_2 layer and 60% for the E layer. A sudden decrease in the integral intensity of atmosphericics at 3^h 45^m UT was noticed. This was caused by an increase of ionization in the D layer as a result of flare emission.

It is pointed out that the ionospheric effects of February 23, 1956 are extraordinary and connected with the peculiarities of the flare.

Солнечная вспышка 23 февраля 1956 г. привлекает весьма большое внимание как с астрофизической точки зрения, так и с точки зрения геофизических явлений, проявившихся во время ее развития.

Оптические наблюдения вспышки проводились в Токио (Япония) [1], Кодайканале (Индия) [2] и в конечную стадию развития — в Ташкенте [3]. Моменты развития вспышки по мировому времени приведены в табл. 1.

На ряде станций [4—8] во время этой вспышки отмечено сильное внезапное увеличение интенсивности космических лучей, начало возрастания которого соответствует времени 3^h40^m—3^h45^m U. T. (6^h40^m—6^h45^m по московскому времени). В дальнейшем для удобства время везде указывается московское.

Таблица 1

Место наблюдения	Моменты развития вспышки			Координаты	
	начало	максимум	конец	l	φ
Токио	$3^h31^m \pm 1^m$	3^h42^m	4^h15^m	$74^\circ W$	$23^\circ N$
Кодайканал . .	3 35	3 35— 3^h40^m *	5 10	$80^\circ W$	$20^\circ N$
Ташкент	—	—	5 00	$76^\circ W$	$20^\circ N$

За последнее время появился также ряд работ [2, 3, 9—14], указывающих на мощный и необычный характер воздействия этой вспышки на распространение радиоволн.

Подобных вспышек на Солнце, сопровождавшихся сильным увеличением интенсивности космических лучей, до сих пор наблюдалось всего четыре [2]: 28 февраля 1942 г., 7 марта 1942 г., 25 июля 1946 г. и 19 ноября 1949 г. Таким образом, вспышка 23 февраля 1956 г. была одним из немногих наблюдавшихся мощных явлений на Солнце.

Характерные особенности в земных воздействиях этой вспышки: 1) воздействие вспышки на распространение радиоволн в неосвещенной половине Земли, 2) воздействие вспышки на ионосферные слои E_2 и E .

В настоящей статье приводятся результаты анализа данных, полученных 23 февраля 1956 г. в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР на ионосферной станции [15] и установке для регистрации дальних атмосферных помех (атмосфериков) [16].

В Крымской обсерватории ($l = 2^h16^m$, $\varphi = 44^\circ43'$) оптические наблюдения вспышки не проводились, так как развитие вспышки происходило, когда Солнце находилось еще под горизонтом. Для обсерватории начало развития вспышки соответствует моменту времени восхода Солнца на уровне высоты слоя E ионосферы, конец — примерно восходу Солнца у поверхности Земли.

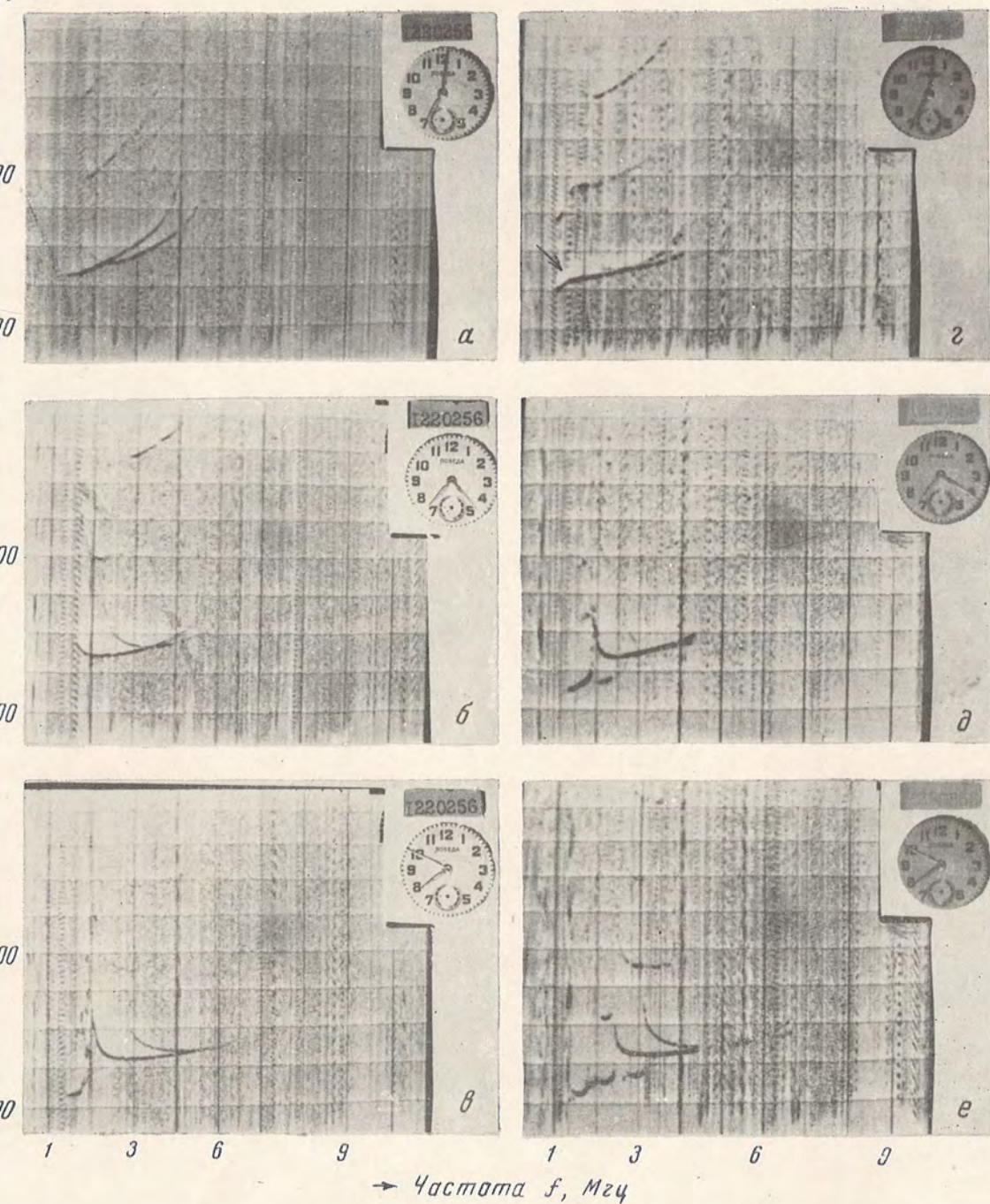
§ 1. ИОНОСФЕРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Ионосферные данные были получены на автоматической станции вертикального зондирования с диапазоном частот 0,5—25 $M\varphi$ и мощностью около 10 $\kappa\text{вт}$ в импульсе. Наблюдения проводились в основном О. А. Блиновым и А. М. Чижевским.

Для анализа поведения ионосферы во время вспышки было произведено сравнение высотно-частотных характеристик, полученных 23 февраля и в другие дни до и после вспышки. Обычное утреннее (восходное) состояние области E ионосферы, наблюдаемое по высотно-частотным характеристикам в это время года, характеризуется появлением отражений от слоя E_2 (в виде слабых сигналов) и нормального слоя E . По мере их развития высота отражений от слоя E_2 снижается до уровня

* Определен по земным эффектам.

, км

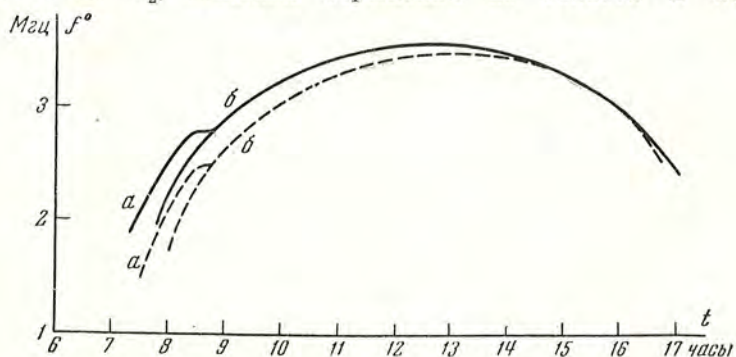


Фиг. 1. Высотно-частотные характеристики ионосферы.

a, *б* и *в* — 22 февраля; *г*, *д* и *е* — 23 февраля 1956 г. Часы показывают московское время.

слоя Е и в дальнейшем за весь дневной период отражения обычно наблюдаются только от нормального слоя Е*.

На фиг. 1 приведены утренние высотно-частотные характеристики за 22 февраля (*a*, *b* и *c*), представляющие обычное состояние ионосферы, и 23 февраля (*g*, *d* и *e*) — день вспышки. На характеристике 23 февраля (*g*) в 7^h01^m заметно появление необычной для этого периода года и времени суток прослойки у слоя F₂ (указана стрелкой), которая впоследствии стала быстро развиваться и выделилась в самостоятельное образование, представляющее слой E₂. 22 февраля даже в 7^h23^m (*b*), когда 23 февраля (*d*) уже в 7^h20^m наблюдаются ярко выраженные отражения от слоя E₂, никаких отражений из области Е не видно.



Фиг. 2. Кривые изменения критических частот обыкновенной волны.

a — для слоя E₂; *b* — для слоя E ионосферы; сплошная линия — 23 февраля; пунктир — усредненные значения по пяти контрольным дням. Время московское.

Правда, на этой характеристике (*b*) можно заметить (по увеличению группового запаздывания начальных частот отражений от слоя F₂) некоторое возрастание электронной концентрации в области нижней ионосферы, но это обязано нормальному увеличению ионизации и представляет обычное восходное явление. Таким образом, 23 февраля заметно раннее появление отражений из области Е ионосферы, обусловленное усилением ионизации в этой области, по сравнению с днями до и после вспышки.

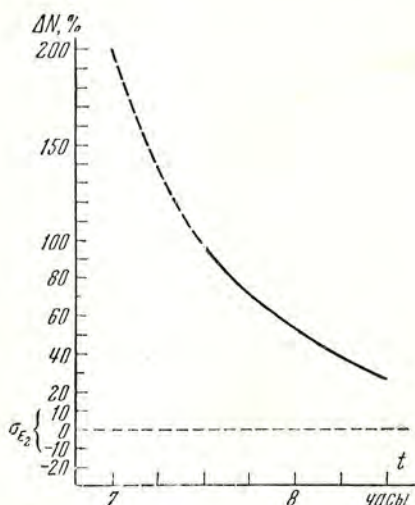
На фиг. 2 приведены кривые изменения критических частот f^0 обыкновенной волны за интервал времени, заключающий в себе время развития вспышки. За контрольные дни были взяты 20, 21, 22, 24 и 25 февраля.

Из этих кривых видно, что 23 февраля значения критических частот повышены по сравнению с контрольными днями. Максимальное превышение $\Delta f^0 = f_{23}^0 - f_{\text{ср. к.}}^0$ для обоих слоев составляет около 0,5 МГц. Значение Δf^0 для слоя Е со временем постепенно уменьшается, и около 14^h30^m кривые совпадают. Подобное уменьшение Δf^0 наблюдается также и для слоя E₂.

По значениям критических частот с помощью уравнения $N=1,24 \cdot 10^4 \cdot f^{02}$ (где f^0 в МГц) были вычислены максимальные электронные concentra-

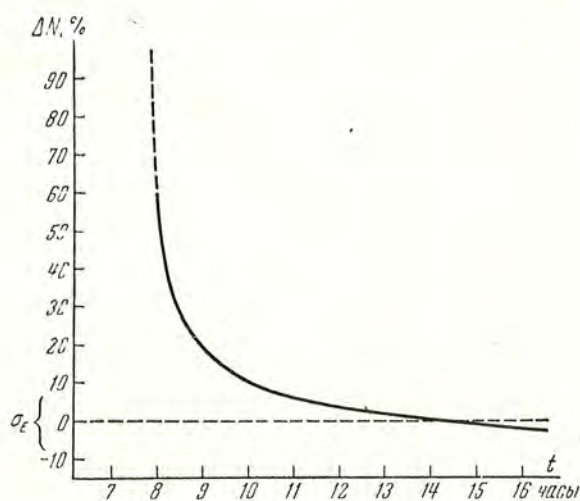
* Детальное изучение поведения слоя E₂ не проводилось.

ции слоев E_2 и E и произведено определение изменения во времени $\Delta N = N_{23} - N_{\text{ср. к}}$, т. е. приращения электронной концентрации 23 февраля по сравнению с усредненными значениями по контрольным дням. Изменения ΔN (в процентах) для слоев E_2 и E приведены соответственно на фиг. 3 и 4, где указаны также средние квадратичные отклонения σ_{E_2} и σ_E по контрольным дням. Эти графики показывают, что утром 23 февраля имело место необычное довольно заметное повышение электронной концентрации в слоях E_2 и E . Пунктирные части кривых получены экстраполяцией, так как оценка ΔN оказалась



Фиг. 3. Изменение ΔN для слоя E_2 .

σ_{E_2} — среднее квадратичное уклонение по контрольным дням. Время московское.



Фиг. 4. Изменение ΔN для слоя E .

σ_E — среднее квадратичное уклонение по контрольным дням. Время московское.

невозможной для этих участков из-за отсутствия отражений в контрольные дни. Последнее указывает на относительно малую ионизацию в области E ионосферы в рассматриваемые моменты времени в обычные дни.

Максимальные значения ΔN , поддающиеся оценке, равны: 95% для слоя E_2 и 60% для слоя E , средние квадратичные уклонения из средних по контрольным дням соответственно равны: $\sigma_{E_2} = \pm 10\%$, $\sigma_E = \pm 7\%$.

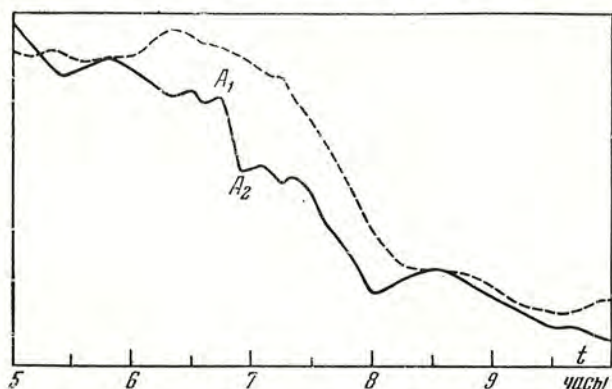
Важно отметить, что кривые изменения ΔN имеют релаксационный характер, напоминающий о том, что возрастание ионизации в указанных слоях вызвано кратковременным внешним фактором. Для слоя E значения ΔN попадают в область величины σ_E примерно в $10^{\text{h}30^{\text{m}}}$.

Из сказанного следует, что утром 23 февраля наблюдалось необычное для этого периода года и времени суток возрастание электронной концентрации в ионосферных слоях E_2 и E , которое выходит за рамки случайных явлений.

§ 2. НАБЛЮДЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ АТМОСФЕРИКОВ В ДЛИННОВОЛНОВОМ ДИАПАЗОНЕ

На шести фиксированных частотах (42, 37, 32, 27, 22 и 13 $\kappa\text{ц}$) проводились записи интегральной (за 1 мин.) интенсивности атмосфериков. На фиг. 5 приведены записи за 23 и 24 февраля 1956 г. на частоте 37 $\kappa\text{ц}$ с 5^h00^m до 10^h00^m.

На записи 23 февраля заметно внезапное уменьшение интенсивности атмосфериков в 6^h45^m. Спад интенсивности продолжается в течение последующих 10 мин., после чего с 6^h55^m наблюдаются обычные восходные изменения. Величины уменьшения интенсивности, оцененные отно-



Фиг. 5. Записи интегральной интенсивности атмосфериков на частоте 37 $\kappa\text{ц}$.

Пунктир — 24 февраля; сплошная линия — 23 февраля 1956 г. Внезапное уменьшение интенсивности (A_1) в 6^h45^m, конец эффекта (A_2) — 6^h55^m. Время московское.

шением $A_2/A_1 = A$ (см. фиг. 5), где A_1 и A_2 представляют относительные интенсивности атмосфериков соответственно до и после эффекта, для частот 42, 37 и 32 $\kappa\text{ц}$ приведены ниже:

Частота, $\kappa\text{ц}$	42	37	32
A_2/A_1	0,77	0,69	0,66
%	23	31	34

Отсюда видно, что наибольший эффект, соответствующий уменьшению интенсивности на 34%, наблюдается для частоты 32 $\kappa\text{ц}$, т. е. наименьшей из указанных частот. Таким образом, для рассматриваемых частот заметна тенденция к уменьшению эффекта с увеличением частоты. Изменение интенсивности имеет место и для остальных частот, но из-за недостаточно уверенных отметок времени на записях оценки не производились.

Внезапное явление на атмосфериках 23 февраля совпадает по времени с закономерными (хотя и слабо проявляющимися) восходными изменениями интенсивности в обычные дни. Поэтому была рассмотрена значительная часть имеющихся записей и изучены вариации, сходные внезапному спаду 23 февраля. Для этой цели был привлечен материал 100 дней с февраля по октябрь 1956 г. Остальные дни этого периода были исключены: часть из-за

отсутствия четко выраженных вариаций, часть из-за грозовых дней. Амплитуды вариаций A (оцененные, как и выше, отношениями A_2/A_1) и их продолжительности во времени Δt для частоты 37 $\mu\text{с}$ выражены средними квадратичными отклонениями соответственно σ_A и $\sigma_{\Delta t}$. Оказалось, что среднее арифметическое значение амплитуд вариаций равно $A_{\text{ср.}} = 0,87$ со средним квадратичным отклонением $\sigma_A = \pm 0,06$ и $\Delta t_{\text{ср.}} = 29$ с $\sigma_{\Delta t} = \pm 13$.

Тогда имеем:

$$A_{\text{ср.}} - A_{23} = 0,18,$$

$$\Delta t_{\text{ср.}} - \Delta t_{23} = 19.$$

Полученные разности по величине превосходят средние квадратичные отклонения в первом случае в 3 раза, во втором — в 1,5.

Отсюда следует, что внезапный спад интенсивности атмосфериков 23 февраля — явление не случайное и выходит за рамки обычных вариаций, соответствующих восходным изменениям.

ВЫВОДЫ

Рассмотрение полученных данных приводит к заключению, что эффекты, отмеченные 23 февраля 1956 г., необычны для этого периода года и времени суток. Проведенный выше анализ дает основание считать, что указанные эффекты вызваны вспышкой на Солнце, наблюдавшейся в это время. Такое предположение находит подтверждение в следующих рассуждениях:

1. Оценки средних квадратичных отклонений указывают, что эти эффекты не случайны и вызваны определенным внешним фактором.

2. Отмеченные эффекты находятся по времени в соответствии с развитием вспышки на Солнце.

3. Ход изменения приращения электронной концентрации ΔN в слоях E_2 и E ионосферы имеет релаксационный характер.

4. Эффект на атмосфериках зарегистрирован одновременно на многих станциях.

Однако эффекты 23 февраля выходят за рамки воздействия «обычных» вспышек. Воздействие «обычных» солнечных вспышек на ионосферу обычно проявляется только в слое D и в освещенной Солнцем половине Земли. При этом ионосферные слои F_2 , E_2 и E практически остаются невозмущенными [17], а эффекты в атмосфериках обычно характеризуются внезапным увеличением их интенсивности в длинноволновом диапазоне [18].

Что касается вспышки 23 февраля, то мы должны отметить следующее: во-первых, воздействие вспышки имело место и на неосвещенной Солнцем половине Земли; во-вторых, наблюдалось значительное возрастание ионизации в слоях E_2 и E ионосферы *; в-третьих, эффект в атмосфере-

* Из частного сообщения доктора А. Шэпли (на ученом Совете КрАО 13 мая 1957 г.) известно, что во время этой вспышки в США наблюдалось возрастание ионизации примерно на 17% в ионосферном слое F_2 .

ках соответствует не возрастанию их интенсивности, а, наоборот, уменьшению.

Как уже отмечалось выше, указанные эффекты не имеют места при «обычных» вспышках на Солнце, поэтому следует полагать, что они связаны, по-видимому, с особенностью характера и интенсивности данной вспышки.

Необходимо указать, что до сих пор наблюдался единственный случай реального возрастания ионизации в верхней ионосфере во время вспышки. Это было зарегистрировано во время мощной вспышки 19 ноября 1949 г., когда имело место увеличение электронной концентрации [19] в слое E на 65%, E₂ — на 77% и F₂ — на 12,5%.

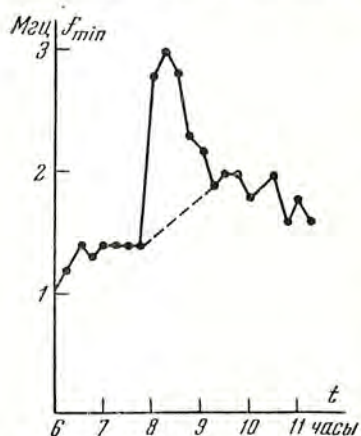
Вспышки 19 ноября 1949 г. и 23 февраля 1956 г. сопровождались сильным внезапным возрастанием интенсивности космических лучей. Отсюда следует, что два случая необычного возрастания ионизации в ионосфере обусловлены вспышками на Солнце, характерными большим выбросом космических лучей. В связи с этим, по-видимому, можно полагать, что необычный характер воздействия вспышки 23 февраля 1956 г. на ионосферу тесно связан с усилением интенсивности космических лучей. Поэтому дополнительная ионизация в слоях E₂ и E ионосферы, возможно, обязана потоку космических лучей, т. е. частицам больших энергий, которые или сами могли создать наблюдаемую ионизацию (что менее вероятно), или явились причиной образования необходимого для ионизации излучения (в частности, рентгеновского излучения). Подробное исследование этого вопроса может внести большой вклад в изучение как механизма воздействия солнечных вспышек на ионосферу, так и природы самих вспышек.

Представляет интерес также вопрос о необычной форме эффекта на атмосфериках. Как уже указывалось, во время солнечных вспышек происходит обычно увеличение их интенсивности в длинноволновом диапазоне, тогда как 23 февраля мы имеем, наоборот, уменьшение интенсивности. Такое необычное поведение, вероятно, можно объяснить следующим образом.

Известно, что за распространение длинноволновых атмосфериков ответственны: ночью слой E, днем слой D ионосферы. Восходный период, характеризующийся общим уменьшением интенсивности, соответствует моменту утреннего формирования слоя D (слой D ночью отсутствует) и переходу отражений от слоя E к слою D. В настоящее время нет сомнений в том, что область D является основной областью неотклоняющего поглощения для радиоволн, отражающихся от вышележащих слоев. При этом в области D неотклоняющее поглощение имеет максимум [20], располагающийся во всяком случае выше уровня высоты отражения длинных волн. Поэтому внезапное уменьшение интенсивности атмосфериков на ночной стороне Земли во время вспышки связано с появлением неотклоняющего поглощения, обусловленного ионизацией в этой области за счет излучения вспышки.

Действительно, до начала вспышки, когда еще не начиналось резкое проявление восходных явлений, отражения происходили от нижней

части слоя E (с соответствующим данному периоду года и времени суток уровнем интенсивности). Но появление вспышки вызвало внезапную ионизацию в области D и возникновение неотклоняющего поглощения для этих длин волн. При этом высота отражения атмосфериков, хотя быть может и уменьшилась (по данным фазовых измерений на длинных волнах [9]), но в течение существования эффекта оставалась, по-видимому, все же выше максимума или, по крайней мере, еще в области большого поглощения, так как после эффекта наблюдается дальнейшее умень-



Фиг. 6. Изменение $f_{\min}$ 10 марта 1956 г. Время московское.

шение интенсивности, связанное с закономерным восходным явлением в этой области.

Укажем, что 23 февраля во время вспышки не наблюдалось никаких вариаций минимальных частот отражений $f_{\min}$, а также не замечено каких-либо существенных отклонений в критических частотах слоя F_2 ионосферы. Интересно отметить, что изменение минимальных частот отражений наблюдалось 10 марта 1956 г., когда та же активная область на Солнце вновь появилась из-за восточного края диска. Изменение $f_{\min}$ (фиг. 6) характеризуется внезапным возрастанием ее значения (обусловленным увеличением поглощения в области D ионо-

сферы), начало которого соответствует времени $7^{\text{h}}45^{\text{m}}$, максимум — около $8^{\text{h}}15^{\text{m}}$ и конец — около $9^{\text{h}}15^{\text{m}}$ (измерения проводились через пятнадцатиминутные интервалы). Заметим, что 10 марта 1956 г. наблюдалось ионосферное возмущение (с $7^{\text{h}}00^{\text{m}}$ до $8^{\text{h}}00^{\text{m}}$) в Ташкенте [3], а также внезапное возрастание (с $7^{\text{h}}45^{\text{m}}$ до $9^{\text{h}}10^{\text{m}}$) поглощения галактического радиоизлучения в Ахмедабаде (Индия) [11].

В заключение считаю своим долгом поблагодарить профессора А. Б. Северного за ценные советы, а также П. П. Добронравина и Н. А. Савича за полезное обсуждение статьи.

Литература

1. Masao Notuki, Takeo Hatanaka a. Wasaburo Unno. Publ. A. S. Japan., 8, 52, 1956.
2. M. A. Ellison, J. H. Reid, J. Atm. Terr. Phys., 8, 291, 1956.
3. Ю. М. Слоним. Бюлл. КИСО, № 3, 138, 1956.
4. T. E. Cranshaw, W. Galbraith a. N. A. Porter. J. Atm. Terr. Phys., 8, 274, 1956.
5. M. Lambie a. H. Elliot. J. Atm. Terr. Phys., 8, 277, 1956.
6. P. L. Marsden, J. W. Berry, P. Fieldhouse a. J. G. Wilson. J. Atm. Terr. Phys., 8, 278, 1956.
7. Л. И. Дорман, Н. С. Каминер, В. К. Кошва и Б. Ф. Шварцман. Докл. АН СССР, 108, 809, 1956.
8. J. C. Barton a. J. H. Stockhausen. J. Atm. Terr. Phys., 9, 161, 1956.

9. J. S. Belrose, M. H. Devenport a. K. Weekes. J. Atm. Terr. Phys., 8, 281, 1956.
 10. T. Gold a. D. R. Palmer. J. Atm. Terr. Phys., 8, 287, 1956.
 11. K. R. Ramanathan, R. V. Bhonsle, K. M. Kotadia a. R. G. Rastogi. Proc. Indian. Acad. Sci., Sec. A, 43, 306, 1956.
 12. C. A. Mckerrrow. Nature, 177, 1223, 1956.
 13. J. Aarons, W. R. Barron. Nature, 178, 277, 1956.
 14. C. M. Minnis, G. H. Bazzard a. H. C. Bevan. J. Atm. Terr. Phys., 9, 233, 1956.
 15. Н. А. Савич и А. Н. Абраменко. Изв. Крымской астрофиз. обс., 17, 219, 1957.
 16. А. Н. Абраменко. Изв. Крымской астрофиз. обс., 18, 182, 1958.
 17. Н. А. Савич. Изв. Крымской астрофиз. обс., 19, 126, 1958.
 18. Н. Н. Ерюшев. Изв. Крымской астрофиз. обс., 18, 187, 1958.
 19. W. Dieminger a. K. H. Geisweid. J. Atm. Terr. Phys., 1, 42, 1950.
 20. J. D. Whitehead. J. Atm. Terr. Phys., 9, 276, 1956.
-

О СВЯЗИ МЕЖДУ СОЛНЕЧНЫМИ ВСПЫШКАМИ И ЯВЛЕНИЯМИ
В НИЖНЕЙ ИОНОСФЕРЕ

Н. Н. Ерушев и Ю. И. Нешпур

Проведено сопоставление между солнечными вспышками и соответствующими им явлениями на атмосфериках ($f = 37 \text{ кГц}$) и минимальных частотах ($f_{\min}$) отражений от ионосферы при вертикальном зондировании.

Приводятся результаты изучения количественной связи между ними. Рассматриваются вопросы об эффективности солнечных вспышек для указанных видов проявлений в зависимости от положения вспышек на диске Солнца и от времени дня.

ON THE CONNECTION BETWEEN SOLAR FLARES AND PHENOMENA IN THE LOWER IONOSPHERE, by N. N. Erushev and U. I. Neshpure. — A comparison is made between solar flares and the corresponding phenomena in atmospherics ($f = 37 \text{ kHz}$) and minimum frequencies ($f_{\min}$) of reflection from the ionosphere during vertical soundings.

The results of quantitative connections between them are given. The problems of the effectivity of solar flares for the above-mentioned phenomena in dependence on the position of the flares on the solar disk and on the time of the day are considered.

Известно, что во время солнечных вспышек наблюдаются ионосферные возмущения, влекущие за собой аномалии в распространении радиоволн. Такие ионосферные возмущения характеризуются внезапным увеличением ионизации в самом нижнем слое D ионосферы, являющемся основной областью неотклоняющего поглощения для коротких и средних радиоволн и отражающем — в диапазоне длинных волн.

Характерными видами проявлений таких ионосферных возмущений во время солнечных вспышек являются:

а) внезапное увеличение минимальных частот ($f_{\min}$) отражений от ионосферных слоев, лежащих выше слоя D при вертикальном зондировании (эффект поглощения);

б) внезапное увеличение интегральной интенсивности атмосфериков (атмосферных помех) в длинноволновом диапазоне [1, 2] (увеличение эффективной отражательной способности слоя D при наклонном падении волн).

Цель настоящей работы:

1. Изучение общей количественной связи между солнечными вспышками и их проявлениями на атмосфериках и $f_{\min}$.

2. Выяснение зависимости указанных проявлений от локализации вспышек на солнечном диске.

3. Выяснение зависимости эффективности воздействия вспышек от времени дня.

Для этой цели были привлечены данные о вспышках, взятые из солнечных бюллетеней КИСО [3], сообщений Фраунгоферовского института (Германия) [4] и Королевской обсерватории Бельгии [5]. Из указанного материала использовались лишь те вспышки, для которых имелись данные по атмосферикам и $f_{\min}$. Данные по атмосферикам и $f_{\min}$ (измерения производились через 15^м интервалы) были получены на установках [6, 7] Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Весь использованный материал взят за период с февраля 1956 г. по январь 1957 г.

§ 1. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ СВЯЗЬ

Вначале было рассмотрено соответствие между появлением вспышек на Солнце и наличием или отсутствием аномалий в суточном ходе атмосфериков и $f_{\min}$. Рассматривалось только светлое время суток: для $f_{\min}$ от восхода до захода Солнца у поверхности земли, для атмосфериков — с исключением восходно-заходных периодов; учитывались баллы вспышек. Замеченные эффекты подразделялись на уверенные и сомнительные; уверенными эффектами (на атмосфериках и $f_{\min}$) считались такие аномалии (внезапные возрастания), которые были явно выраженными на фоне общего хода и характеризовались быстрым развитием и медленным угасанием релаксационного характера. В тех случаях, когда имели место незначительные плавные изменения (или всплески на $f_{\min}$), эффекты считались сомнительными. Периоды, когда были нарушения суточного хода по другим причинам (грозы, неполадки аппаратуры), из рассмотрения исключались.

Иногда одному и тому же эффекту по времени соответствовало несколько вспышек одинаковых или различных баллов. В первом случае все вспышки принимались за одну, во втором — учитывалась вспышка с большим баллом, а в особо сложных случаях они исключались из рассмотрения. Исключались также некоторые слабые и кратковременные (менее 10 мин.) вспышки. Вспышки балла 1+ или 2— принимались за балл 1 или 2 соответственно. Числа использованных вспышек и вспышек, давших эффекты, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Балл вспышки	Атмосферики			$f_{\min}$		
	Используй- ванные вспышки	Вспышки, давшие эффекты		Используй- ванные вспышки	Вспышки, давшие эффекты	
		уверенный	сомнительный		уверенный	сомнительный
1	277	20	20	278	10	12
2	87	26	13	79	15	6
3	8	6	1	6	5	0
	372	52	34	363	30	18

Отметим, что проявление уверенных эффектов для вспышек балла 1 в большинстве случаев соответствует вспышкам с оценкой 1+.

В табл. 2 представлены отношения вспышек, давших эффекты, к общему количеству (по баллам) использованных вспышек в процентах.

В этой же таблице приведены данные других авторов [1, 8].

Из приведенных таблиц видно, что: 1) эффективность солнечных вспышек значительно возрастает по мере увеличения их баллов; 2) не все вспышки даже балла 3 сопровождаются ионосферными возмущениями и, наоборот, — вспышки балла 1 могут сопровождаться довольно заметными эффектами; 3) ионосферные эффекты вспышек наблюдаются на атмосфериках примерно в два раза чаще, чем на $f_{\min}$.

На фиг. 1 в качестве примера приведено несколько случаев проявления эффектов вспышек с баллами 1 (а, б, в, г), а также отсутствия (д) или незначительного (е) эффекта для вспышек с баллами 3.

Отметим для сравнения, что за период с февраля по апрель 1947 г. [9] зарегистрировано 40 федаутов и 79 эффектов на атмосфериках, т. е.

Фиг. 1. Поведение атмосфериков и $f_{\min}$ во время вспышек на Солнце.

а, б, в, г — вспышки дали эффекты; д — вспышка не дала эффектов; е — вспышка дала незначительный эффект.

число федаутов составляет около 50% числа эффектов на атмосфериках. Примерно то же видно из работы [10], где сопоставление эффектов производилось на длинных (16 кГц) и коротких (10,94 МГц) волнах. Можно предполагать, таким образом, что эффекты поглощения ($f_{\min}$ и федауты) во время вспышек в среднем примерно в 50% случаев совпадают с эффектами, регистрируемыми на длинных волнах.

Однако необходимо отметить, что при рассмотрении этого вопроса важно учитывать различие между $f_{\min}$ и федаутами, так как первые

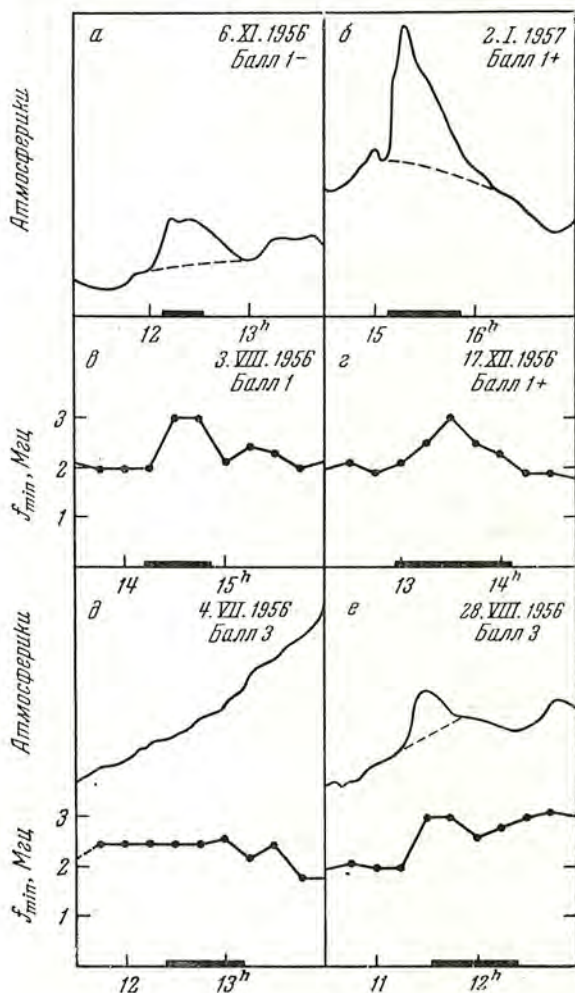


Таблица 2

Виды проявления	Баллы, %									Без учета баллов			Примечания
	1			2			3						
	увер.	сомн.	общ.	увер.	сомн.	общ.	увер.	сомн.	общ.	увер.	сомн.	общ.	
Атмосфе- рики	7,2	7,2	14,5	29,9	15	45	75	12,5	87,5	13,9	9,1	23,1	Получен- ные нами
f_{min}	3,6	4,3	7,9	19,0	7,6	26,6	83	0	83,0	8,2	5,0	13,2	
Атмосфе- рики	9	34	43	68,5	15,8	84	100	0	100	15,9	31,8	47,6	Л. Крив- ски
Атмосфе- рики			42,7			82,7			91,7			50,0	М. А. Ellison

регистрируются при вертикальном падении волн, вторые — обычно при наклонном падении волн на ионосферу, а также учитывать применяемую частоту на последних. Поэтому наши рассуждения имеют характер лишь грубой оценки.

Детальное изучение связи между указанными выше двумя видами проявления ионосферных возмущений во время вспышек на Солнце представляет несомненный интерес, ибо за эффекты поглощения ответственна вся область D ионосферы, а за явления в длинноволновых диапазонах, в частности на атмосфериках, только ее нижняя часть.

Полученные нами процентные отношения, как это видно из табл. 2, несколько отличны от данных других авторов. Возможными причинами несогласия, по-видимому, могут быть как различие общих условий распространения атмосфериков (различие источников и мест наблюдения — координатный эффект), так и сама методика оценки и выбора вспышек и эффектов. Различие рассматриваемых длин волн атмосфериков вряд ли существенно.

Было бы очень интересно провести сопоставление материалов из различных мест наблюдений за один и тот же период времени и по одним и тем же данным о солнечных вспышках.

Представляет интерес оценить уверенность полученных результатов, сопоставив их с вероятным числом случайных совпадений моментов вспышек и ионосферных эффектов при отсутствии причинной связи между ними. Такой подсчет был проведен исходя из условной длительности вспышек 50 мин. и эффекта — 60 мин. Для наблюдаемого за рассмотренный период числа вспышек и эффектов вероятность случайного совпадения будет 1,34% для эффектов на атмосфериках и 0,9% для минимальных частот, что на порядок меньше наблюдавшегося числа совпадений. При этом нами рассматривались все вспышки, без учета их балла. Эти числа определенно указывают на реальность наблюдавшейся зависимости.

§ 2. К ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСПЫШЕК ОТ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИХ НА СОЛНЕЧНОМ ДИСКЕ

Была сделана попытка оценить зависимость влияния солнечных вспышек на ионосферу от положения их на солнечном диске. С этой целью весь солнечный диск был разбит на ряд отдельных областей как по долготе (от центрального меридиана), так и по широте (от экватора), по 20° каждая.

Затем в каждой области (по l и по φ) было подсчитано количество использованных и давших эффекты вспышек. Подсчеты производились как с учетом баллов вспышек, так и без этого, отдельно для уверенных и для всех эффектов.

С целью исключения возможного взаимного влияния координат (l и φ) такое же рассмотрение произведено в закрепленных зонах $\varphi = \pm 20^\circ$ и $l = \pm 20^\circ$ соответственно для случаев долготного и широтного распределений.

Полученные таким образом результаты, без учета баллов вспышек и только для уверенных эффектов, приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Виды проявления	Количество вспышек	l , град.							
		W				E			
		90—60	60—40	40—20	20—0	0—20	20—40	40—60	60—90
Атмосферы	Использованные	42	41	43	46	57	57	48	38
	$\varphi \sim$								
	Давшие уверенный эффект	10	8	4	6	7	5	4	8
	$\varphi = \pm 20^\circ$								
$f_{\min}$	Использованные	19	9	21	25	12	21	14	19
	$\varphi \sim$								
	Давшие уверенный эффект	5	3	4	5	3	3	2	5
	$\varphi = \pm 20^\circ$								
	Использованные	41	42	43	37	47	64	48	41
	$\varphi \sim$								
	Давшие уверенный эффект	5	3	4	4	4	6	3	1
	$\varphi = \pm 20^\circ$								
	Использованные	22	13	23	22	11	27	17	20
	$\varphi \sim$								
	Давшие уверенный эффект	1	1	3	3	3	1	1	1
	$\varphi = \pm 20^\circ$								

На фиг. 2, 3 (по l), 4 и 5 (по φ) приведены соответствующие результаты в процентных отношениях вспышек, давших эффекты,

Таблица 4

Виды проявления	Количество вспышек	φ , град.					
		<i>N</i>			<i>S</i>		
		60—40	40—20	20—0	0—20	20—40	40—60
Атмосфе- рики	Использованные	6	132	66	74	89	5
	$l \sim$						
	Давшие уверен- ный эффект	0	13	15	15	8	1
	Использованные		36	13	24	26	4
$l = \pm 20^\circ$							
	Давшие уверен- ный эффект		2	4	4	2	1
$i_{\min}$	Использованные	6	117	73	82	81	4
	$l \sim$						
	Давшие уверен- ный эффект	0	10	7	7	6	0
	Использованные		29	12	21	18	4
$l = \pm 20^\circ$							
	Давшие уверен- ный эффект		1	3	3	1	0

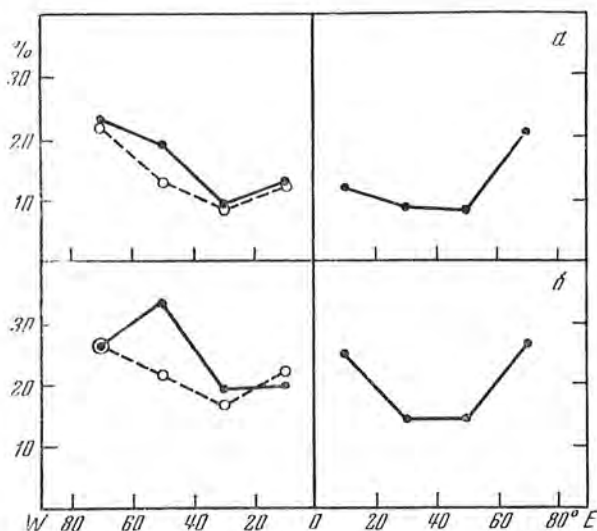
к общему количеству вспышек (в каждой данной области). На фиг. 2 и 4 представлены данные для атмосфериков, на фиг. 3 и 5 — для $i_{\min}$, где *a* — без закрепления зон, *b* — с закреплением зон по φ и по l . Пунктирные кривые дают суммарное распределение результатов по φ и l без учета знака координат. Крестики на фиг. 4 и 5 соответствуют неуверенным значениям из-за малого количества вспышек в этих областях.

Приведенные графики указывают на изменение эффективности влияния вспышек на нижнюю ионосферу в зависимости от их положения на солнечном диске.

Из фиг. 2 вряд ли можно сделать какие-либо выводы о том, что эффективность вспышек возрастает по мере приближения к центральному меридиану, так как скорее наблюдается подъем кривых по мере приближения к краям диска.

На фиг. 3 можно заметить: на графике *a* незначительную тенденцию подъема, а на графике *b* более выраженный подъем кривых по мере приближения к центральному меридиану. На графиках фиг. 4 и 5 (если исключить точки с сомнительными значениями, нанесенные крестиками) виден значительный подъем кривых по мере приближения к экватору.

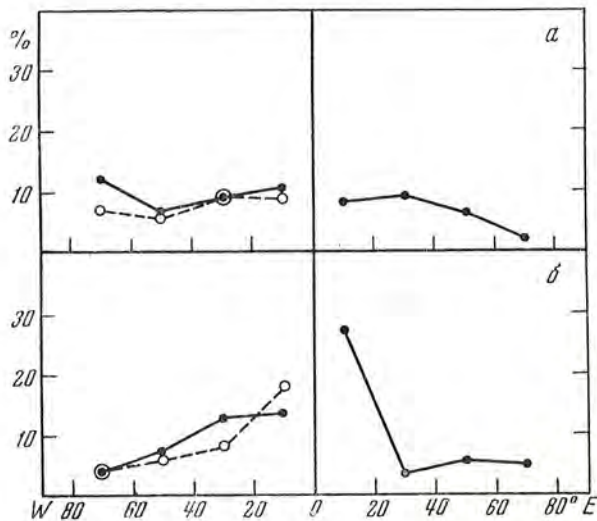
Эта зависимость менее выражена на кривых для $f_{\min}$, взятых без закрепления зон по l .



Фиг. 2. Распределение эффективности вспышек (в %) по долготе (для атмосфериков).

а — без закрепления зоны по φ ; б — с закреплением зоны по φ ; пунктир — без учета знака координат.

Как видно из приведенных кривых, отмеченная зависимость более явно выявляется в случае широтного распределения вспышек. Более



Фиг. 3. Распределение эффективности вспышек (в %) по долготе (для $f_{\min}$).

а — без закрепления зоны по φ ; б — с закреплением зоны по φ ; пунктир — без учета знака координат.

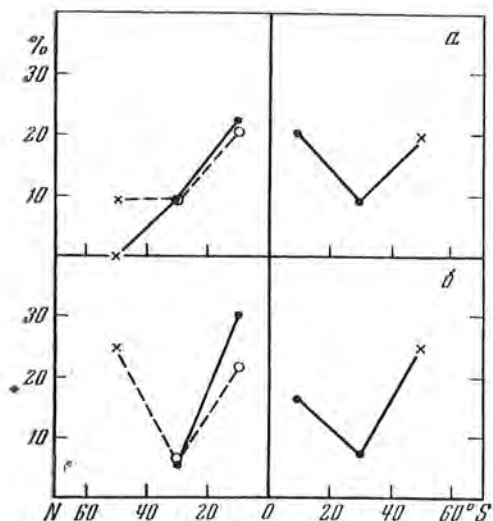
эффективными оказываются вспышки, возникающие в близких к экватору областях. Зависимость эффективности воздействия вспышек от положения их по отношению к центральному меридиану в какой-то мере

наблюдается на $f_{\min}$ в случае с закреплением зоны по φ (и совершенно незначительно — без закрепления) и не наблюдается на атмосферах.

Сделать какие-либо выводы о зависимости эффективности воздействия вспышек от l из графиков фиг. 2 и 3 трудно. Она может быть недостаточно выявлена на нашем материале, или, наоборот, связана со случайным распределением использованных данных.

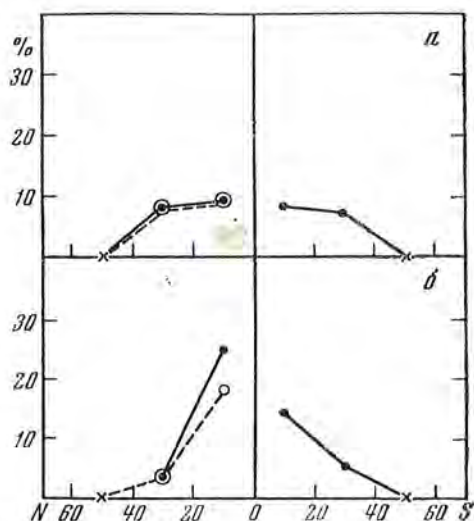
Результаты, полученные с учетом баллов вспышек, а также и сомнительных эффектов, не приводятся, но они в общем согласуются с приведенными здесь данными.

Из полученных нами данных следует, что если вообще эффективность воздействия вспышек на ионосферу находится в зависимости от поло-



Фиг. 4. Распределение эффективности вспышек (в %) по широте (для атмосферных слоев).

a — без закрепления зоны по l ; $б$ — с закреплением зоны по l ; пунктир — без учета знака координат.



Фиг. 5. Распределение эффективности вспышек (в %) по широте (для $f_{\min}$).

a — без закрепления зоны по l ; $б$ — с закреплением зоны по l ; пунктир — без учета знака координат.

жения их на солнечном диске (по l и по φ), то эта эффективность в большей степени зависит от широты.

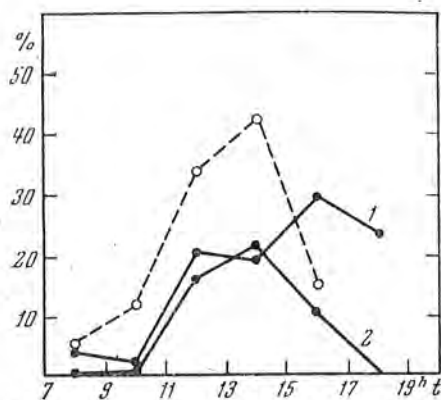
Существование зависимости эффективности вспышек от локализации их на солнечном диске, казалось бы, можно объяснить чисто геометрическим фактором. Но такое объяснение может быть справедливо только для долготного эффекта, когда вспышки располагаются по всем долготам, и вряд ли может быть полностью справедливым для объяснения широтного эффекта, когда вспышки распределяются преимущественно в узкой полосе вблизи солнечного экватора. Поэтому наблюдаемая зависимость влияния вспышек от локализации их по отношению к экватору, по-видимому, может быть обусловлена другими факторами, связанными с физическими особенностями самих вспышек или условиями их возникновения и развития. Это не противоречит предположению, высказанному в работе [11].

В работе [12] указывается, что эффективность влияния вспышек на ионосферу не зависит от локализации вспышек на солнечном диске. Но найдено [13], что эффективность воздействия вспышек на ионосферу увеличивается по мере приближения их к центральному меридиану. Поэтому в вопросе о зависимости эффективности воздействия вспышек на ионосферу от локализации их на солнечном диске имеются значительные разногласия и требуется дальнейшее детальное изучение этого вопроса с привлечением более полного материала.

Надо полагать, что экспериментальный материал, полученный во время МГГ, даст большой вклад в решение и этого вопроса.

§ 3. К ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСПЫШЕК ОТ ВРЕМЕНИ ДНЯ

Зависимость эффективности влияния вспышек на ионосферу от времени суток рассмотрена для интервала времени с 7^h00^m до 19^h00^m московского времени, что соответствует 6^h16^m—18^h16^m местного среднего солнечного времени.



Фиг. 6. Суточный ход эффективности вспышек (в %).

1 — для атмосфериков; 2 — для $f_{\min}$; пунктир — суточный ход эффектов фазовых аномалий на длинных волнах.

Для этой цели весь указанный период суток был разбит на двухчасовые интервалы; подсчитывались отношения количества вспышек, давших эффекты, к общему количеству вспышек в данном интервале.

Полученные результаты (в процентах) представлены на фиг. 6. На этой же фигуре для сравнения нанесена кривая (пунктиром), соответствующая относительно распределению эффектов фазовых аномалий на длинных волнах по данным работы [9].

Приведенные кривые имеют определенный ход, указывающий на то, что эффективность воздействия вспышек находится в зависимости от времени дня. Как видно из графиков, максимальное значение проявлений наблюдается около 14^h00^m московского времени для $f_{\min}$ и фазовых аномалий. Кривые для атмосфериков указывают возрастание эффективности воздействия вспышек к вечеру.

Отсюда следует, что наибольшая эффективность воздействия вспышек на ионосферу наблюдается вскоре после полудня, что, возможно, связано с общими условиями воздействия солнечного излучения на ионосферу или с разным состоянием ионосферы в разное время суток.

В заключение выражаем глубокую благодарность П. П. Добронравину и Н. А. Савичу за ряд ценных советов в процессе работы.

Л и т е р а т у р а

1. M. A. Ellison. J. Atm. Terr. Phys., 4, 226, 1953.
 2. Н. Н. Е р ю ш е в. Изв. Крымской астрофиз. обс., 18, 187, 1958.
 3. Бюллетень КИСО, № 1, 2, 3, 4 и 5, 1956.
 4. Fraunhofer Institut. Map of the Sun, Sept., Oct., Nov., Dec. 1956, Jan. 1957.
 5. Rapport sur l'activité solaire de l'Observatoire Royal de Belgique. Mars, Avril, 1956.
 6. Н. А. С а в и ч и А. Н. А б р а м е н к о. Изв. Крымской астрофиз. обс., 17, 219, 1957.
 7. А. Н. А б р а м е н к о. Изв. Крымской астрофиз. обс., 18, 182, 1958.
 8. Л. К р и в с к и. Бюлл. астрон. ин-тов Чехословакии, 4, 198, 1953.
 9. R. N. Bracewell and T. W. Straker. Monthly Notices Roy. Astron. Soc., 109, 28, 1949.
 10. Г. Б. Л о п а т и н а. Труды НИЗМИР, № 3, 110, 1957.
 11. Н. А. С а в и ч. Изв. Крымской астрофиз. обс., 19, 126, 1958.
 12. M. A. Ellison. XI Convegno «Volta». Thema: Problemi della fisica solare. Accademia nazionale dei Lincei. Roma.
 13. Hiroshi Kamiyama. Rep. Ionosphere Res. Japan, 5, 182, 1951.
-

ПОЯВЛЕНИЕ ВСПЫШЕК В НЕЙТРАЛЬНЫХ ТОЧКАХ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛНЦА И ПИНЧ-ЭФФЕКТ

А. В. Северный

При детальных фотоэлектрических измерениях магнитных полей группы солнечных пятен найдено, что вспышки возникают в нейтральных точках поля при больших градиентах поля в их окрестности. Измерения непосредственно показывают, что появление вспышки приводит к уничтожению значительных полей в окрестности нейтральной точки.

Показано, что ponderomotive сила, сжимающая плазму вспышки с обеих сторон от нейтральной плоскости, возрастает быстрее при сжатии, чем противодействующее газовое давление, так что плазма может неограниченно сжиматься возле нейтральной плоскости, если в начальный момент плотность магнитной энергии больше плотности тепловой (появление своего рода неустойчивости, приводящей к пинч-эффекту в однородном токовом слое). Время сжатия — порядка отношения характерного размера (10^8 см) к скорости Альфвена и близко к наблюдаемому времени развития вспышек. Реакция гидромагнитной ударной волны, развивающейся при сжатии, приостанавливает его и вызывает расширение плазмы за фронтом, характерное для второй фазы вспышки. Столкновение двух фронтов в нейтральной плоскости (в области размером $\sim 10^4$ см) может нагреть плазму до температуры 10^7 К и вызвать термоядерные реакции, на что указывают некоторые спектроскопические данные (усиление линии D_α во вспышках и усах, образование в них частиц с энергией до $\sim 10^9$ эв и др.). Рассмотренный процесс может объяснить также ряд других наблюдаемых свойств вспышек: уничтожение ими соседних магнитных полей, концентрацию эмиссии вспышек в малых ядрах, сжатие в первой фазе развития, кривую яркости, выход во время вспышки в основном жесткого излучения.

THE APPEARANCE OF FLARES IN NEUTRAL POINTS OF THE SOLAR MAGNETIC FIELD AND THE PINCH-EFFECT, by *A. B. Severnyy*. — Detailed photoelectric measurements, with the aid of a solar magnetograph, showed that flares tend to appear in neutral points of magnetic fields within sunspot groups, when the gradient of field strength is sufficiently large in the vicinity of these points. The measurements directly showed that the appearance of flares destroys the surrounding magnetic fields.

It is shown that the electromagnetic force, which is connected with magnetic pressure and which makes the flare plasma contract near a neutral point, increases more rapidly at contraction than the gas pressure gradient. Thus an unlimited contraction of plasma can take place, provided that the initial magnetic energy $H^2/8\pi$ is larger than the heat energy density (an effect of the instability of plasma, leading to the pinch-effect in the homogeneous current layer). The time of contraction is of the order of the ratio of the characteristic dimensions of the flare (10^8 cm) to the Alfvén velocity and also that

of the observed time of flare development. Contraction is stopped by a shock-wave, developing during this process, and the reaction of this shock-wave causes the expansion of plasma beyond the shock-front — one of the main characteristic features observed after the onset of a flare. The collision of two shock-fronts in a neutral point (in an area with characteristic dimensions of $\sim 10^4$ cm) can impulsively heat the plasma up to 10^7 °K and so thermonuclear reactions can set in. The strengthening of the D_α line in flares and moustaches, the appearance of high energy particles (10^9 eV) in these formations etc., are evidence of the possibility of these reactions. Several other observed features of a flare may be explained by this process: that magnetic fields are destroyed by flares, that the flare contracts at the very beginning, the concentration of flare emission in small grains, the curve of brightness, the emission of X-rays instead of L_α and L_c during the first stage of flare development.

§ 1. ИЗМЕРЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ОБЛАСТИ ВСПЫШЕК

Известно, что вспышки появляются преимущественно в группах пятен сложной магнитной полярности в течение первой трети времени жизни группы. В такой активной группе за время ее прохождения по диску Солнца может возникать до 50 вспышек. Появление вспышек часто связано с возникновением в группе новых пятен или с ростом ранее существовавших. Замечена тенденция вспышек появляться в некоторых определенных местах данной группы, причем нередко повторные появления вспышек приблизительно в тех же самых местах группы. Некоторые наблюдатели указывали [1], что этим местом является граница раздела магнитной полярности в данной группе. Однако эти указания носили скорее качественный характер: они основывались на далеко неполных, отдельных измерениях магнитного поля внутри группы по зеемановскому расщеплению спектральных линий, которые неизбежно ограничивались лишь небольшим числом самых крупных пятен. Поэтому о расположении границы раздела магнитной полярности можно было судить лишь крайне ориентировочно.

Созданный недавно в обсерватории фотоэлектрический солнечный магнитограф [2] позволяет успешно восполнить этот пробел. В применении к линии λ 5250, подверженной сильному расщеплению в магнитном поле (фактор $g\lambda^2 = 85$), магнитограф позволяет регистрировать очень слабые магнитные поля, до 0,5 гс. Изучению этих полей в активных областях посвящена отдельная работа [3]. Вблизи пятен, где магнитное поле достаточно сильное, наступает явление насыщения: расщепление линии λ 5250 становится столь значительным, что фототок, возникающий при поочередном гашении право- и левополяризованной компоненты этой линии, сначала становится непропорциональным напряженности магнитного поля (при полях порядка 50 гс), а затем при дальнейшем росте поля наступает насыщение — фототок сохраняет большое, практически неизменное значение. Поэтому для исследования магнитного поля внутри групп солнечных пятен следует выбрать линию в спектре Солнца, менее чувствительную к магнитному полю, нежели линия λ 5250. В качестве таковой была выбрана линия Fe, λ 4886,17, приблизительно в 10 раз менее чувствительная, чем λ 5250

(фактор Ланде равен $\frac{1}{2}$, $g\lambda^2 = 12$). Выбор этой линии связан не только с ее сравнительно небольшим расщеплением в магнитном поле (имеется ряд других линий, еще менее чувствительных к магнитному полю): при выборе приходится отбросить все линии — бленды, а также ограничиться участком спектра, близким к λ 5250, для которого получается наибольшая модуляция при изменении фазы на $\pm \frac{1}{4} \lambda$ (см. [2]).

В несколько меньшей степени этот выбор зависит также от области наибольшей спектральной чувствительности фотоумножителей.

Кроме того, представлялось желательным сохранить возможность быстрого перехода (без существенной перестройки режима работы) от измерения слабых полей в λ 5250 к измерению более сильных полей, что также требовало выбора линии, близкой, по возможности, к λ 5250. Выбранная линия λ 4886,17 свободна от бленд, достаточно симметрична и подвержена (в первом приближении) нормальному эффекту Зеемана. Теоретически начало эффекта насыщения для этой линии наступает при полях около 500 гс, однако практически этот эффект, как показали измерения, не играет существенной роли и при больших полях: до полей в 1500 гс фототок растет почти пропорционально полю, как показывают одновременные, обычные его измерения по эффекту Зеемана [4]. Предельно слабое поле, измеряемое с помощью линии λ 4886, зависит от таких условий, как прозрачность неба, ширина щели спектрографа и др. Обычно калибровка поля делалась путем привязки измерений поля в λ 4886 к измерениям доплеровского смещения этой линии (из-за вращения Солнца) на восточном и западном краях с помощью формулы

$$\Delta\lambda_H \simeq \frac{1}{6} \Delta\lambda_v,$$

где $\Delta\lambda_v$ — доплеровское смещение ($\sim \pm 3,24 \cdot 10^{-2} \text{ \AA}$ у экваториального края Солнца), а $\Delta\lambda_H$ — магнитное расщепление, равное $\pm 0,55 \cdot 10^{-5} H \text{ \AA}$ (см. [2]). Это дает для λ 4886 поле 450 гс, эквивалентное сдвигу 1 км/сек . В среднем точность определения полей по λ 4886 (предельное поле, сравнимое с шумами) составляет 25—30 гс, хотя в отдельных случаях достигает 10 гс.

Фотоэлектрические записи поля проведены летом 1957 г. для ряда активных групп, в которых часто возникали вспышки. Сопоставление записей, сделанных в линии λ 4886 с интервалом около суток, показало, что общая картина магнитного поля сохраняется неизменной, хотя отдельные детали и подвергаются существенным изменениям (например, распределение поля в районе вспышки, см. ниже). Отчасти по этим соображениям, а отчасти из-за длительности получения одной подробной карты магнитного поля для данной группы (около двух часов), мы ограничивались получением одной карты в день, если позволяла погода и другие условия.

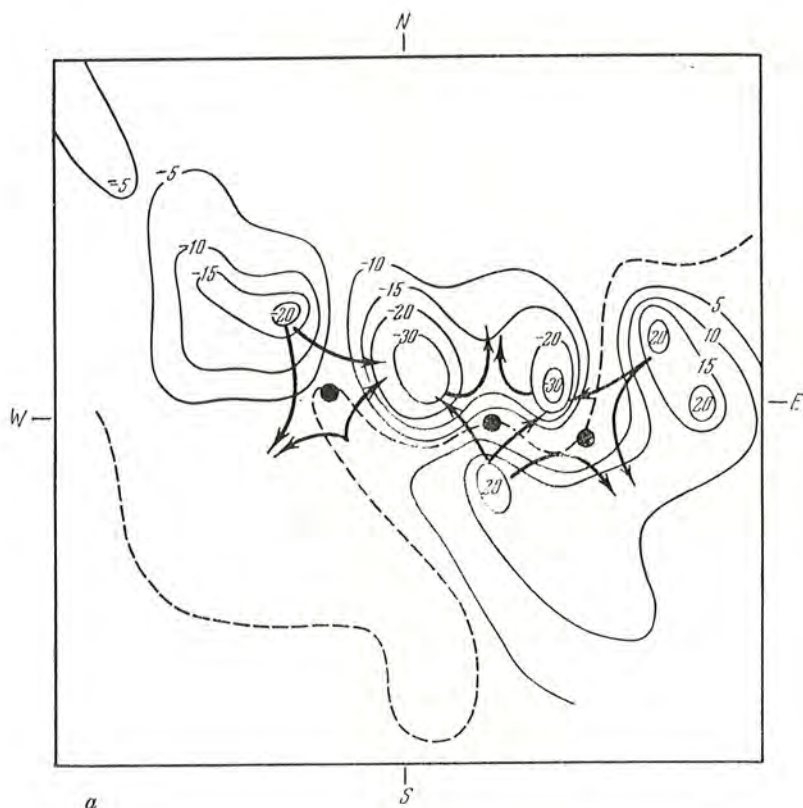
Запись поля велась при изображении Солнца 220 мм на щели спектрографа Башенного солнечного телескопа [5]. Ширина щели спектрографа

составляла 3 нормальных, а высота — от 0,5 до 1 мм, что соответствовало прямоугольнику $8'' \times 2'',4$, так что разрешающая сила записи магнитного поля составляла около 20 квадратных секунд дуги: изменения поля в пределах области, меньшей 20 квадратных секунд, если таковые имелись, неизбежно осреднялись. Иными словами, наш метод позволял регистрировать лишь такие изменения напряженности поля, которые характерны для участков на Солнце с характерной длиной больше или равной $3 \cdot 10^3$ км.

Выбор области на Солнце, подлежащей регистрации, производился путем предварительного просмотра отбросов самописца — электронного потенциометра (ЭПП-09) в районе группы пятен: внешние границы области намечались там, где поле и его изменения становились малыми или исчезали. Затем производилось сканирование выбранной области путем перемещения Солнца по склонению приводом тонкого движения. (Наблюдения за движением выделенной области велись на экране гдаискателя инструмента, дающего изображение Солнца размером 720 мм.) Отдельные строчки — разрезы отстояли одна от другой обычно на расстоянии $15''$ (иногда $7''$). Такой интервал между разрезами обеспечивает вполне уверенное построение карты магнитного поля в области группы даже с весьма сложной полярностью. Затем записи магнитного поля переносились в виде цифр на эскизы исследуемой области путем измерения отбросов в соответствующих точках на Солнце (вернее — областей в ~ 20 квадратных секунд). Места одинаковых отбросов соединялись линией (изоклины или изогауссы), которая, очевидно, представляет собой место точек одинаковой напряженности составляющей магнитного поля вдоль луча зрения (магнитограф позволяет измерять только продольный эффект Зеемана).

На фиг. 1 и 2 приведено несколько таких карт магнитного поля в активных группах солнечных пятен с частым появлением иногда довольно сильных вспышек. Изогауссы на этих картах (сплошные линии) проведены, как правило, через пять делений отброса электронного потенциометра (что соответствовало в среднем 70 гс) за исключением тех мест, где они прилегают очень тесно друг к другу. Пунктиром на каждой карте отмечена нейтральная линия — место точек, где составляющая магнитного поля вдоль луча зрения обращается в нуль. Очевидно, что обращение в нуль этой составляющей в некотором месте еще не означает наличия здесь нейтральной точки магнитного поля: в этом месте силовые линии могут быть перпендикулярны лучу зрения. Поэтому для суждения о наличии нейтральных точек (линий или поверхностей) необходимо с помощью этих карт составить представление о расположении силовых линий магнитного поля в группе (в данном случае — проекций силовых линий на плоскость, перпендикулярную лучу зрения).

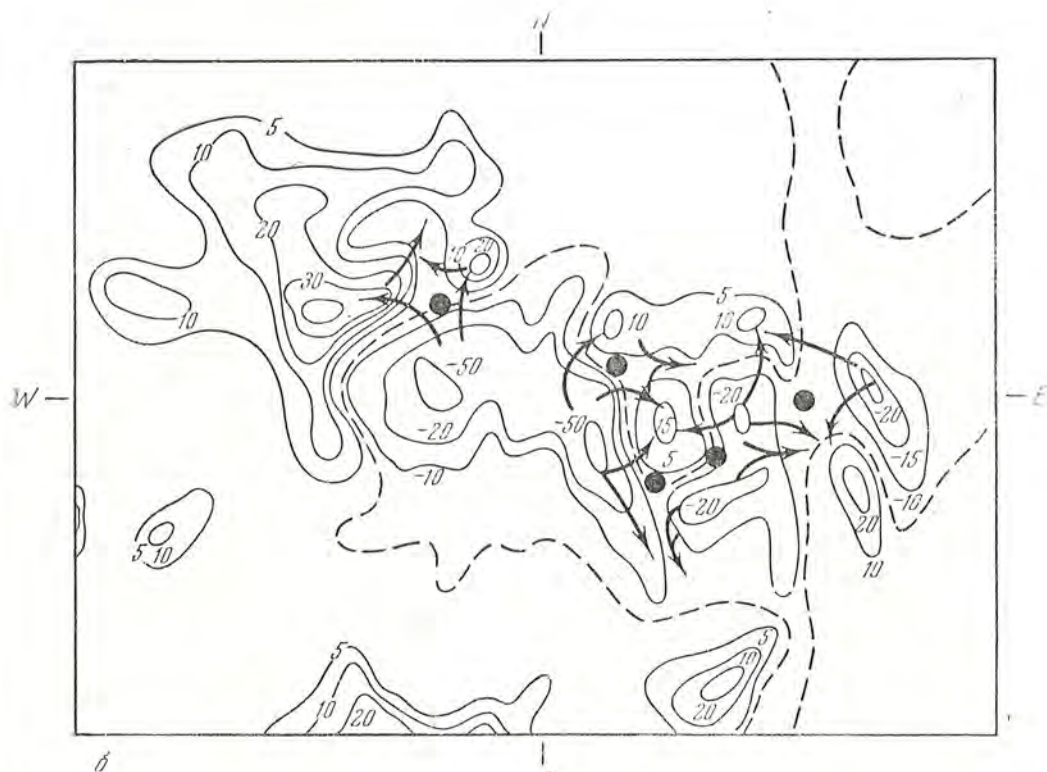
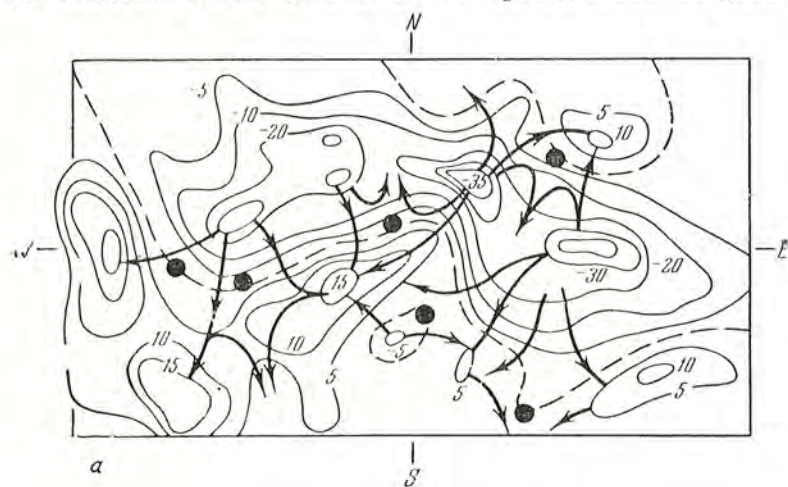
На картах проведены приблизительно некоторые характерные ортогонали к изогауссам (линии со стрелками) в областях, где скрещиваются интенсивные поля различной полярности. Эти линии — проекции силовых линий на картинную плоскость — позволяют наметить приближенное положение нейтральных точек (или областей) магнитного поля,



Фиг. 1. Карты магнитных полей.

а — в группе № 104 за 23 июля 1957 г.; б — в группе № 114 б за 2 августа 1957 г.

которые отмечены на картах черными кружками. Поскольку геометрия фактического поля пространственная, то фактическое положение нейтральных областей может отличаться от приведенного на фиг. 1 и 2,



Фиг. 2. Карты магнитных полей.

а — в группе № 149 за 28 и 29 августа 1957 г.; б — в группе № 150 за 30 августа 1957 г.

особенно для групп пятен у края диска, где искажения из-за проекции наибольшие. Однако все исследованные нами группы находились достаточно далеко от края диска (на расстоянии, меньшем $\frac{3}{4}$ радиуса от центра),

так что, вероятно, искажения из-за проекции невелики (см. ниже). Характерные изогaussы отдельных полей, нейтральные линии и нейтральные точки были затем перенесены на увеличенные фотографии этих групп, полученные в лучах линии H_{α} с внесателльным коронографом КГ-1 в моменты появления вспышек. Эти фотографии представлены на фиг. 3—5.

Рассмотрим теперь более подробно приведенные конкретные случаи расположения вспышек в магнитных полях групп. Наиболее замечательной общей чертой распределения магнитного поля в группах является очень сильное и быстрое изменение полей, т. е. наличие тонкой структуры магнитных полей. Возможно, что увеличение разрешающей силы покажет еще более тонкую структуру магнитного поля.

В группе № 104 (фиг. 3) магнитное поле было исследовано 23 июля 1957 г. — на другой день после появления там сильных вспышек (22 июля 1957 г.). Карта изогauss показывает наличие в этой группе пяти магнитных центров (или холмов) и трех нейтральных точек (областей), возникающих при скрещении магнитных полей.

Следует отметить, что для дальнейшего сопоставления положения нейтральных точек со вспышками (имея в виду выяснение причин возникновения вспышек) использовались, по возможности, фотографии вспышки в ее начальной стадии развития или в стадии возникновения, так как возбуждение, вызываемое вспышкой, по мере ее развития может распространиться весьма причудливым образом на большую область.

Из фиг. 3 следует, что вспышки, наблюдавшиеся в этой группе 22 июля 1957 г., в 10^h30^m , 13^h33^m и 15^h10^m , возникли практически в намеченных нами нейтральных точках или в непосредственной близости от них. Исключение представляет часть вспышки в 16^h18^m , возникшая в самой восточной части группы (фиг. 3). Это может быть связано с тем, что поле в этой области 22 июля 1957 г. было несколько отличным от того, которое получено 23 июля и представлено на фиг. 1. На примере группы № 104 видно, что если вспышки могут появляться только в нейтральных точках, то не обязательно в каждой из них должна появиться вспышка: должны реализоваться еще какие-то условия, необходимые для ее возникновения. В группе № 104 за 22 и 23 июля 1957 г. не отмечено появления вспышек в средней нейтральной точке: вспышки появились только в обеих крайних точках с востока и запада от оси группы.

В группе № 114b 2 августа 1957 г., где было семь магнитных центров, также можно наметить три нейтральные точки (фиг. 1, б и 4); регистрация поля и вспышек велась в один и тот же день, для сравнения слева вверху на фиг. 4 приведен снимок фотосферы для этой группы. Здесь хорошо выражена та же тенденция появления вспышек (достигавших балла 2) в нейтральных точках для всех трех случаев их появления в 13^h41^m , 16^h29^m и 18^h33^m . Весьма характерна активная (в смысле возникновения там вспышек) нейтральная точка посередине группы, возникающая на перешейке глубокого залива положительной полярности; вообще интересно отметить наблюдающееся временами глубокое проник-



1

10 h 30 m

W



2

13 h 33 m

E



3

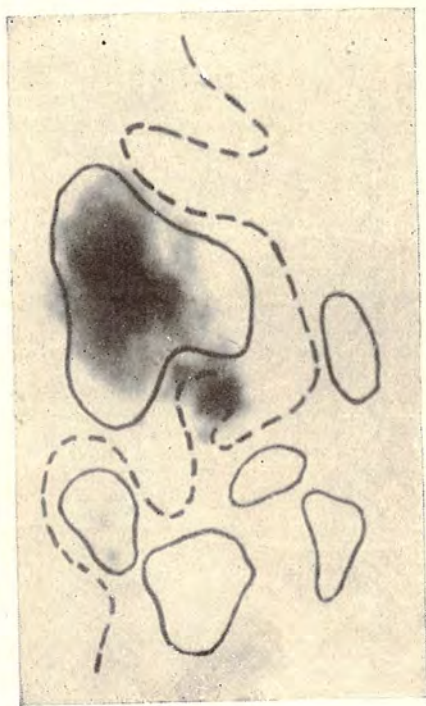
15 h 10 m



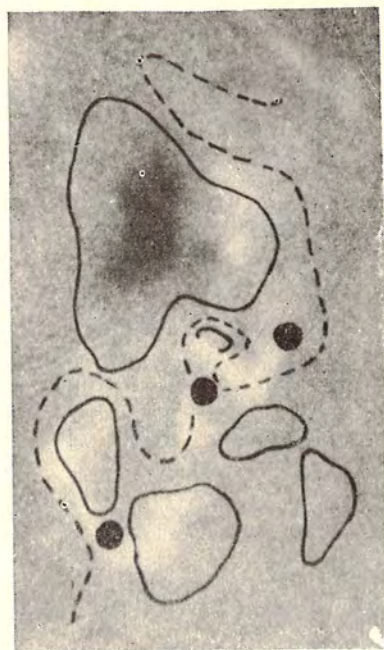
4

16 h 18 m

Фиг. 3. Вспышки в группе № 104 за 22 июля 1957 г.



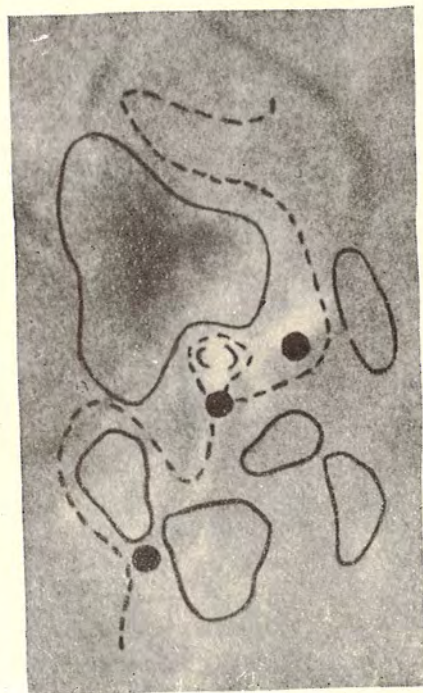
1



2

13 h 11 m

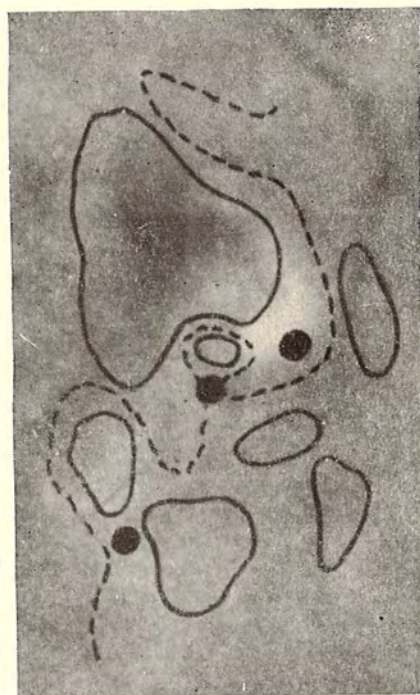
E



3

16 h 29 m

W



4

18 h 33 m

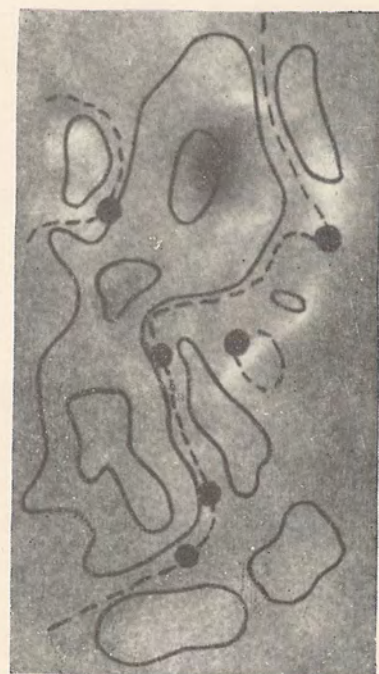
Фиг. 4. Вспышки в группе № 114 В за 2 августа 1957 г.



1

а

W



3



2

б

E



4

б

2

Фиг. 5. Вспышки в группах № 149 и 150 за 28—30 августа 1957 г.

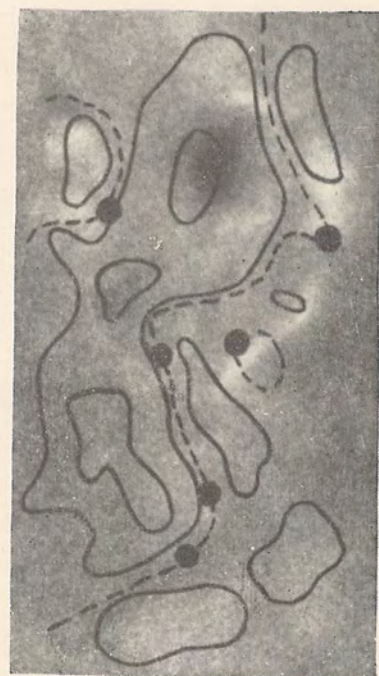
а — в группе № 149 за 28 августа, 12^h 27^m; б — в группе № 149 за 29 августа, 13^h 38^m; в — в группе № 149 за 29 августа, 15^h 32^m; г — в группе № 150 за 30 августа, 9^h 28^m.



1

а

W



3



2

б

E



4

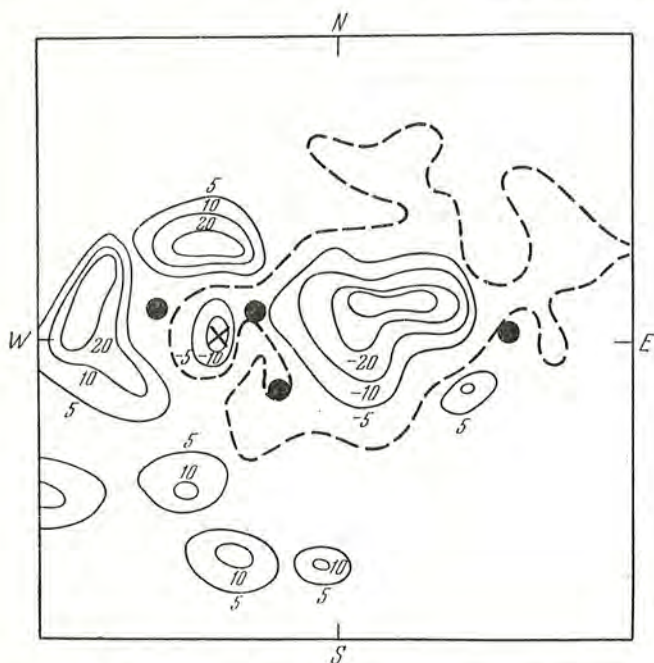
б

2

Фиг. 5. Вспышки в группах № 149 и 150 за 28—30 августа 1957 г.

а — в группе № 149 за 28 августа, 12^h 27^m; б — в группе № 149 за 29 августа, 13^h 38^m; в — в группе № 149 за 29 августа, 15^h 32^m; г — в группе № 150 за 30 августа, 9^h 28^m.

новение областей одной полярности в область противоположной полярности. По-видимому, такие ситуации неустойчивы: возникновение вспышек (если там реализуется нейтральная точка) приводит к заметному перераспределению магнитного поля. Это видно из сравнения карты поля на фиг. 1, б за 2 августа 1957 г. с картой за 1 августа 1957 г., приведенной отдельно на фиг. 6. Мы видим, что за сутки исчезло довольно значительное отрицательное поле (отмеченное крестом на фиг. 6) и изменилось несколько положение нейтральных точек и отдельных



Фиг. 6. Карта магнитного поля группы № 114 б за 1 августа 1957 г.

магнитных полюсов, хотя общий характер распределения поля сохранился. В то же время усилилось поле положительной полярности внутри залива, в области, близко примыкающей к мощному центральному пятну отрицательной полярности. Указанное явление связано, по-видимому, с ростом поля соседнего, меньшего пятна (см. снимок фотосферы). Эти наблюдения указывают, что активность (появление вспышек) в районе нейтральной точки связана каким-то образом с возникновением достаточно больших градиентов поля в этом районе. Последнее подтверждается также непосредственными измерениями поля во время и после вспышки (см. ниже).

Отметим кстати, что наши сопоставления не подтверждают утверждения Бэбкока [6] о том, что волокна располагаются вдоль нейтральных линий; это видно непосредственно из сравнения фиг. 3 и 4. На фиг. 3 волокно, хотя и воспроизводит по форме в общих чертах нейтральную линию, но не совпадает с ней по положению (правда в этом случае расхождение могло бы быть отнесено за счет эффекта проекции). Однако

в случае группы № 114b на фиг. 4 волокно явно проходит вдали от нейтральной линии и отличается от нее по форме.

Характерно для группы № 114 b также одновременное появление вспышек в двух соседних нейтральных точках в 16^h29^m и в трех точках в 13^h41^m . Возможно, что это является следствием многосвязности трубок силовых линий поля. Исследования слабых полей (см. [2, 3]) особенно наглядно показывают, что магнитное поле в солнечной атмосфере подобно как бы клубку переплетающихся «магнитных змей» — силовых трубок, находящихся в непрерывном движении. Это представление вполне естественно в силу свойства приклеенности силовых линий к своеобразно движущимся потокам плазмы в солнечной атмосфере (см. § 3). То обстоятельство, что светящиеся области вспышки отходят в сторону от нейтральных точек (что особенно заметно при сопоставлении карт изогаусс с фотографиями более поздних стадий развития вспышки), связано с самим механизмом образования вспышки в магнитном поле (см. ниже, § 2—3) и теми возможностями движения плазмы, которые реализуются в данном конкретном магнитном поле.

Весьма сложной магнитной полярностью обладали группы № 149 и 150, с частым появлением вспышек (фиг. 2 и 5). В частности, в группе № 149, 28 августа 1957 г., где было 12 холмов поля и 16 нейтральных точек, возникла в 12^h27^m очень мощная вспышка балла 3, длившаяся свыше пяти часов и сопровождавшаяся рядом геофизических явлений. На фиг. 5 нанесено поле, измеренное 30 августа 1957 г., но 28 августа, непосредственно после вспышки, было измерено (В. Е. Степановым) слабое магнитное поле по линии λ 5250. Сравнение этого слабого поля 28 августа с полученным нами 30 августа не показало сколько-нибудь заметных серьезных различий в распределении поля, за исключением, конечно, абсолютных значений и некоторого небольшого перспективного сокращения карты фиг. 2, а за счет перемещения пятна в западном направлении (из-за вращения Солнца). Поэтому на фиг. 5 нанесены изогауссы в области вспышки 28 августа в 12^h27^m , измеренные 30 августа*. В этой же группе 29 августа возникла сильная вспышка (балла 2) в 13^h38^m и более слабая (балла 1+) в 15^h32^m . Мы видим, что во всех случаях места возникновения вспышек практически совпадали с положением нейтральных точек. Возможно, что одна из двух крайних (скорее вторая) нейтральных точек с западной стороны группы фиктивна, так как поле на юго-восток от этих точек в этой области сравнительно слабое.

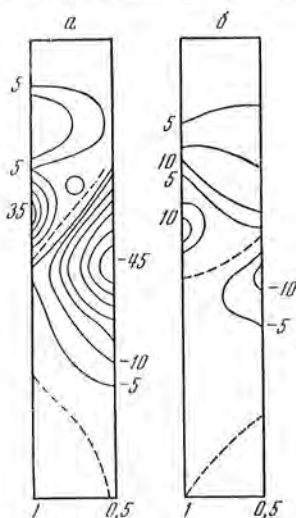
В районе группы № 150 также находилось 12 холмов поля и 5 нейтральных точек. В ней довольно часто возникали сравнительно небольшие вспышки 30 августа 1957 г., одна из которых (наиболее сильная), возникшая в 9^h28^m , представлена на фиг. 5. (Изогауссы здесь построены по картам за 29 и 30 августа, которые отличаются одна от другой лишь в несущественных деталях; средняя часть поля не перенесена на фиг. 5, чтобы не загромождать рисунок.) Мы видим, что и для этой группы места возникновения вспы-

* Сдвиг изогаусс к северу относительно пятен в группе № 149 вполне реален и объясняется тем, что группа была расположена на высокой широте, к югу от экватора.

шек пельзы не связать с положением нейтральных точек (так же как и в случае группы № 149 сдвиг холмов поля на запад относительно пятен связан с расположением группы поблизости от восточного края Солнца). Вспышка в восточной части возникла несколько раньше вспышки в середине; с этим, вероятно, связано то, что она только одним концом касается нейтральной точки.

Наиболее интересное измерение поля в группе № 150 было произведено 27 августа 1957 г. Карта изогаусс за 27 августа этой группы (когда она была очень близко к восточному краю) нами не приводится: она воспроизводит наиболее характерные черты карты на фиг. 2, б, но очень сильно искажена эффектом проекции и недостаточно точна, так как наиболее сильные поля в этом случае — поперечные, к которым магнитограф нечувствителен. Но благодаря счастливой случайности, во время сканирования небольшой области этой группы (ограничена разрезами 1 и 0,5, см. фиг. 7) в этой области возникла вспышка, достигая максимума около 13^h50^m. В этой области было немедленно сделано пять повторных разрезов (один за другим — от 13^h45^m до 14^h5^m). Все они показали с точностью до ошибок измерения одинаковое распределение поля, представленное на фиг. 7, а. Вспышка возникла в области нейтральной точки с большим градиентом поля. Через 45^m после окончания вспышки эта область была аккуратно записана вновь и показала распределение поля, существенно отличное от того же во время вспышки (см. фиг. 7, б): мы видим на этой записи значительно меньший градиент поля как положительной, так и отрицательной полярности, как если бы процесс вспышки привел к ослаблению или к уничтожению поля в данной области (см. также случай группы 114b). Аналогичный случай уменьшения поля вспышкой наблюдался недавно — 15 октября. Этот результат весьма существен для понимания механизма возникновения вспышки. Он указывает, что для возникновения вспышки помимо наличия нейтральной точки необходима также значительная концентрация поля возле нейтральной точки.

Таким образом, данные наблюдений, изложенные выше, позволяют заключить, что вспышки возникают в нейтральных точках (областях) магнитного поля групп пятен при значительном градиенте поля возле этих точек. Процесс вспышки приводит к перераспределению поля и, по-видимому, к ослаблению (уничтожению) поля в окрестности нейтральной точки. Конечно, это заключение требует дальнейшего подтверждения на более обширном материале, чем тот, который имелся в нашем распоряжении.



Фиг. 7. Магнитное поле в области нейтральной точки в группе № 150 за 27 августа 1957 г.

а — во время вспышки (около 14^h0^m); б — после вспышки (около 15^h).

Однако рассмотренное ниже поведение плазмы возле нейтральных точек показывает, что этого заключения едва ли можно избежать, исходя из довольно очевидных физических соображений (см. ниже, § 3).

§ 2. НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ОБЪЯСНЕНИЙ ВСПЫШЕК С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ТЕОРИИ

Рядом авторов было выдвинуто объяснение вспышек как своего рода разрядов, проходящих, в частности, через нейтральные точки, образованные при скрещении поля группы и общего магнитного поля Солнца [7]. Критика этой теории разряда дана Каулингом [8]. Сущность теории разряда сводится к тому, что при наличии электрического поля электроны между своими последовательными соударениями с ионами могут приобретать добавочную энергию (черпаемую из электрического поля). Так как с ростом электронной температуры частота соударений и электронов уменьшается, то и потери энергии при соударениях уменьшаются, что приводит к дальнейшему, еще более быстрому росту энергии электронов. Так как одновременно с этим растет и проводимость $\sigma \propto T_e^{3/2}$, то возникает процесс, сходный с разрядом, который и лежит в основе явления вспышек. Как справедливо отмечено в [8], необходимое для подобного объяснения вспышек электрическое поле не может возникнуть в условиях в замороженности магнитного поля в движущуюся плазму солнечной атмосферы. Электрическое поле в этом случае

$$\mathbf{E}' = \mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{H} = \frac{1}{\sigma} \mathbf{j} = \frac{1}{4\pi\sigma} \operatorname{rot} \mathbf{H} \approx \frac{H}{\sigma l} \quad (2,1)$$

будет практически ничтожно из-за очень большой проводимости σ и характерного размера l (здесь $\mathbf{v}$ — скорость, $\mathbf{j}$ — плотность тока, $\mathbf{H}$ — напряженность магнитного поля). Кроме того, возрастание проводимости не вызывает немедленного увеличения тока, а требует времени, сравнимого с затуханием магнитного поля, которое очень велико (см. [8]).

Трудности, возникающие при попытках применить любой механизм, связанный с действием электрического поля, вытекают также из следующих простых соображений. Электрическое поле, возникающее, скажем, около пятна размером $l = 10^9$ см, при росте его магнитного поля H до 10^3 эс за время $\Delta t \approx 10^4$ сек. (в соответствии с данными наблюдений) будет

$$E \sim \frac{l}{c} \frac{H}{\Delta t} \cdot 300 \text{ (вольт)} \approx 10^8 \text{ CGSM.} \quad (2,2)$$

Такое поле, как показано нами [9] (см. также [8]), может объяснить наблюдаемое выделение энергии во вспышках за счет Джоулева тепла*. То есть энергетически наблюдения требуют наличия электрических полей во вспышках $\sim 10^8$ CGSM, если только объяснять их возникновение действием электрического поля.

* Ток I в столбе вспышки l будет $\sigma E \sim 1 \text{ CGSM}$ при $\sigma = 10^{-8}$, так что выделение энергии $I^2/\sigma \approx 10 \text{ эрг/см}^2 \text{ сек}$ — порядка наблюдаемого выхода энергии из вспышки.

Но, с другой стороны, согласно (2, 1), фактическое поле, которое реализуется в области с характерным размером $l = 10^9$ см, есть (при $\sigma = 10^{-8}$)

$$E' \sim \frac{H}{4\pi\sigma l} \simeq 10 \text{ CGSM}, \quad (2, 3)$$

т. е. — в 10^7 раз меньше! Это расхождение делает неприемлемой всякую теорию вспышек, основанную на действии электрического поля, если только не считать, что характерный размер области, в которой течет ток порядка нескольких сот метров [приравняй (2, 2) и (2, 3)]. Если токи, сосредоточенные в столь малых областях, и возникают, то во всяком случае не в области солнечного пятна.

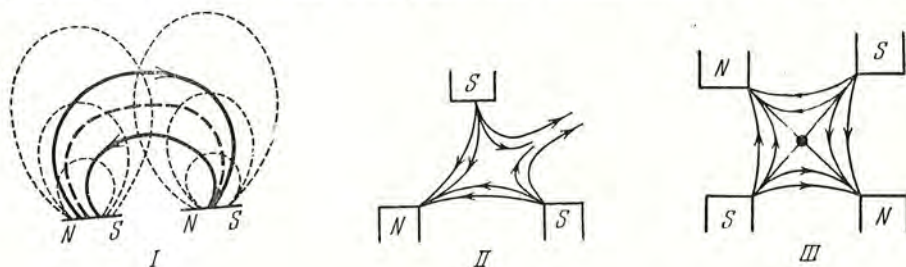
С другой стороны, поле (2, 3) есть полное поле, куда, согласно (2, 1), входит и поле (2, 2), возникающее фактически при росте магнитного поля пятен, поэтому оно должно бы полностью компенсироваться полем $\mathbf{v} \times \mathbf{H}$. Отсюда следует, что рост поля пятна до 10^3 гс должен сопровождаться возникновением движений со скоростями ~ 1 км/сек ($vH \simeq 10^8$). Движения с такими скоростями фактически наблюдаются в области пятна (эвершед-эффект). Однако это не имеет никакого отношения к возникновению вспышек, так как при этом не возникает никакого сколько-нибудь заметного тока.

В нейтральной же точке ($H = 0$) возникновение тока облегчается тем, что при очень слабом поле утрачивается свойство вмороженности магнитного поля в движущуюся плазму и возможны ее движения поперек силовых линий. Поэтому в [7] предполагалось, что разряд должен проходить через нейтральную точку. Однако и в этом случае трудно ожидать существенно больших, чем (2, 3), значений напряженности электрического поля, если только градиент поля возле нейтральной точки не является чрезмерно большим. Если даже в область хромосферы проникают поля $\sim 10^3$ гс, то, принимая минимальный характерный размер вспышки 10^8 см, получим поле E не более 10^{-5} , которое не обеспечивает необходимого выхода энергии из вспышки.

Более того, приведенная выше оценка энергии, теряемой вспышкой (10^8 эрг/см² сек), является минимальной, так как она основана на потерях через излучение вспышки в водородной линии H_α . Эта оценка приводит к выходу энергии на единицу объема в 100 раз меньшему, чем тот, который необходим для поддержания энергии электронного газа вспышки (~ 500 эрг/см³ сек, см. [10]). Далее, рентгеновское излучение вспышек, выбросы корпускул со скоростями до 100 тыс км/сек, вызывающие всплески радиоизлучения из вспышек, и главным образом всплески космического излучения в больших вспышках (например, 23 февраля 1956 г.), указывающие на образование в них частиц с энергией 10^9 эв, наконец, возможное образование нейтронов, вызывающее усиление линии дейтерия D_α во вспышках [11], — все эти факты указывают на то, что во вспышках действует несравненно более мощный процесс, нежели вышеуказанный механизм разряда.

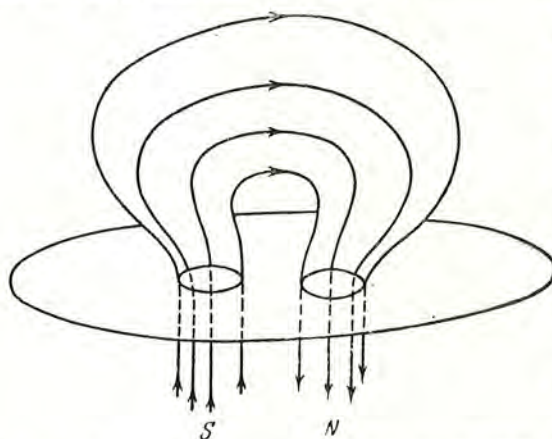
§ 3. ПИНЧ-ЭФФЕКТ И УДАРНАЯ ВОЛНА ВОЗЛЕ НЕЙТРАЛЬНЫХ ТОЧЕК МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Приведенные в § 1 измерения магнитных полей указывают на возникновение нейтральных точек или областей, с которыми можно сопоставить следующие лабораторные модели (фиг. 8): первый тип — нейтральная линия (или поверхность), возникающая от пересечения



Фиг. 8. Типы нейтральных точек (лабораторные модели).

полей двух диполей, расположенных вдоль одной прямой (фиг. 8, I), второй тип — «трехполюсная» нейтральная точка (фиг. 8, II), возникающая при пересечении полей двух полюсов одной полярности и одного — противоположной (см., например, карты фиг. 1, а), и третий тип — «четырёхполюсная» нейтральная точка (фиг. 8, III), образованная двумя биполярными полями (см. карты 2, а и другие). Фактические нейтральные точки расположены, конечно, несимметрично относительно «полюсов» из-за различной их напряженности (различие градиентов поля с разных сторон от нейтральной точки).



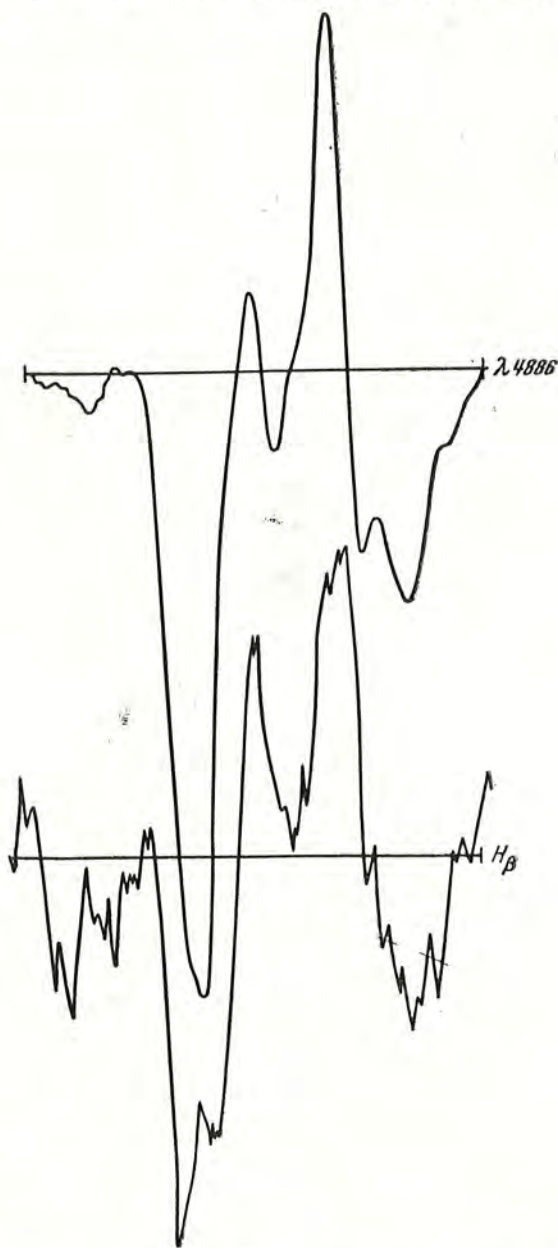
Фиг. 9. Вынос «магнитного кольца» на поверхность (модель биполярной группы).

~ 10—100 раз больше тепловой энергии nkT , окружающей пятно невозмущенной атмосферы. Поэтому энергетически магнитное поле пятна не может образоваться в поверхностных слоях Солнца. Пятна представляют собой скорее глубинные образования (сравни Альфвен [12]), некоторые — трубки (например, вихревые кольца) с вмороженными в них силовыми линиями и переплетающиеся каким-то образом внутри.

Выход (подъем) этих «клубков» силовых трубок на поверхность образует группы пятен с различной полярностью, в простейшем случае биполярные, как показано в виде примера на фиг. 9. Гидродинамика этих образований,

Пока еще очень трудно понять причину возникновения магнитных полей на Солнце. Энергия поля мощного пятна $H^2/8\pi$ порядка 10^6 (при поле 3000 гс), что в

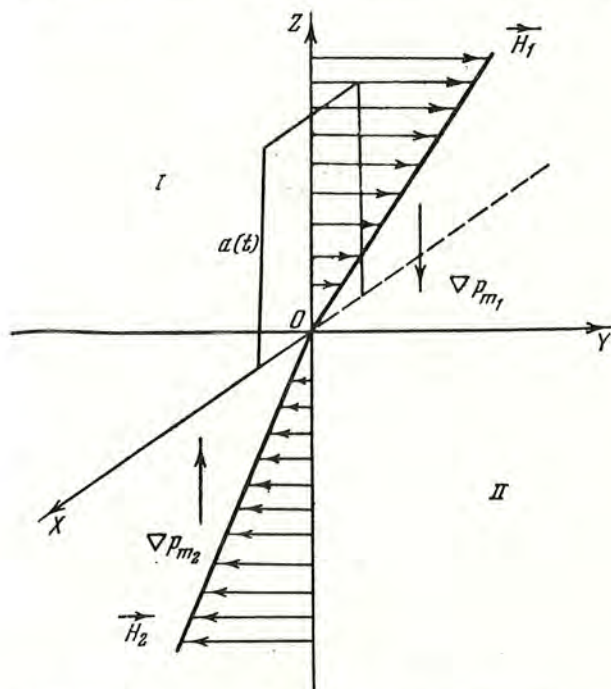
по-видимому, приводит к тому, что возникают ситуации в магнитном поле с нейтральными точками, сходными с указанными выше лабораторными моделями их образования, хотя на Солнце поля создаются не твердыми магнитами (т. е. поля не потенциальные), а выносятся движущейся плазмой. Эта плазма при выносе расширяется, а вместе с ней раздвигаются и силовые линии, образуя над поверхностью как бы полость тороидальной формы (фиг. 9). Наши измерения показывают наличие довольно сильных полей (порядка нескольких сот гаусс) не только в области пятен, но в промежутках между ними и в местах, не отмеченных никакими образованиями. Это свидетельствует о том, что поля пятен не имеют характера поля диполя или другого потенциального поля, убывающего очень быстро с расстоянием. Поэтому наше сопоставление с лабораторными моделями нейтральных точек условное. Но если поля, согласно измерениям, распространяются на значительное расстояние в горизонтальной плоскости, то нет причин, препятствующих им в такой же мере распространяться и по высоте. Общепринятое мнение об ограниченности распространения по высоте магнитных полей пятен основано на недоразумении — на представлении поля пятна, как потенциального поля диполя. Измерения свидетельствуют против этой точки зрения. На фиг. 10 приведены одна под другой записи магнитного поля группы (один разрез в направлении север—юг) в линии λ 4886, возникающей в фотосфере, и в центральной части линии H_{β} (шириной 0,15 Å), возникающей в верхних слоях хромосферы. Это сравнение показывает,



Фиг. 10. Запись магнитного поля группы № 200 15 октября 1957 г. в линии λ 4886 (наверху) и в линии H_{β} (внизу).

что магнитные поля пятен проникают в самые верхние слои солнечной хромосферы. (Вопросу распространения магнитных полей в верхние слои атмосферы Солнца будет посвящена отдельная работа.)

Для выяснения поведения солнечной плазмы возле нейтральных областей (точек) мы рассмотрим простейшую модель их образования в результате сближения двух плоскопараллельных слоев I и II (фиг. 14) с противоположно направленными силовыми линиями вмороженного в них магнитного поля H_1 и H_2 (градиенты поля с обеих сторон нейтральной плоскости XOY , вообще говоря, различны). Насколько такая модель



Фиг. 14. К поведению плазмы возле нейтральной точки.

близка к реальным условиям, покажут дальнейшие исследования солнечных магнитных полей, но кроме соображений простоты рассмотрения, в пользу этой модели можно привести еще следующие: 1) эта модель близко соответствует случаю образования нейтральной поверхности первого типа (фиг. 8, I) — соответствующее расположение магнитных полярностей на Солнце встречается, хотя и не часто; 2) возникающая при выносе и сближении замкнутых трубок (колец) нейтральная область (например, при выносе и сближении биполярной трубки — фиг. 9 с оказавшейся поблизости ей аналогичной), во всяком случае в достаточно малой своей части, всегда представляет собой область примыкания двух слоев плазмы с противоположным направлением силовых линий. Подобная же ситуация имеет место в достаточно малой области и вблизи нейтральных точек типа II и III (фиг. 8), в особенности при несимметричном расположении полюсов различной напряженности. Вообще топография магнитных полей на Солнце такова, что плоская симметрия лучше ее аппроксимирует в малой

области, чем, скажем, цилиндрическая или какая-либо другая (силовые линии вытягиваются вдоль трубок в результате движения плазмы), так как вращательные движения с характерным масштабом активных образований (10^8 см) не наблюдаются (кроме, возможно, торнадо-протуберанцев, где вращение скорее заподозрено, чем доказано).

Возникающие с обеих сторон от нейтральной плоскости XOY силы — градиенты магнитного давления ∇p_{m_1} и ∇p_{m_2} — действуют вдоль оси Z навстречу друг другу (по направлению к нейтральной плоскости) и стремятся сжать плазму возле нейтральной плоскости. Этому сжатию противостоит газовое давление (гравитация, очевидно, не играет роли, если поле $\mathbf{H}$ параллельно ускорению силы тяжести $\mathbf{g}$, и ускоряет сжатие с одной стороны и замедляет с другой, если эти векторы перпендикулярны). Таким образом, нейтральная область представляет собой как бы «магнитную яму», в которую вталкивается плазма, двигаясь навстречу друг другу, если только нет сил, задерживающих это движение (этот эффект тесно связан с известным явлением выталкивания диамагнитного тела — ионизованного газа в область, где поле наиболее слабое, ср. [12, § 3.4]).

Выясним теперь возможность процесса сжатия плазмы возле нейтральной точки. Приведенные ниже соображения о поведении плазмы возле нейтральной точки магнитного поля возникли отчасти из некоторых предварительных лабораторных опытов. В область нейтральной точки третьего типа (см. фиг. 8, III), образованной полюсами двух магнитов по 3000 гс каждый, помещалась ртутная трубка, через которую пропусклся ток ~ 10 а. Помимо поперечного действия поля, стремившегося светящийся столб плазмы вытолкнуть в область меньшей напряженности (в противоположных направлениях по обе стороны от нейтральной точки), наблюдается также эффект как бы помутнения свечения плазмы и ее крайняя неустойчивость в нейтральной точке. Возможно, что это ослабление свечения плазмы связано с некоторой конденсацией ее возле нейтральной точки. Измерения, однако, не показали уменьшения силы тока внутри самой трубки. Конечно, этот примитивный эксперимент далек от условий стационарной солнечной плазмы, однако он наглядно указал на большие поперечные силы противоположного направления, которые возникают возле нейтральных точек. Другой важной особенностью нейтральных областей является то, что в них теряется свойство «вмороженности» поля в плазму, которое препятствует возникновению значительных токов в условиях солнечной атмосферы (ср. [8]).

Плазму вспышки, возникающей возле нейтральной точки, согласно нашим спектральным исследованиям [10], можно считать практически состоящей целиком из водорода с средним числом нейтральных атомов $\sim 10^{13}$ см $^{-3}$, числом ионов и электронов $\sim 10^{13}$ (степень ионизации $\simeq 1$) и средней температурой $\simeq 10^4$ °К. Для такой плазмы можно принять следующее общее выражение для плотности тока $\mathbf{j}$ [13]:

$$\mathbf{j} + \sigma \frac{\partial \mathbf{j}}{\partial t} = \sigma (\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{H}) - \sigma'' \left(\nabla p_x - \frac{1}{c} \mathbf{j} \times \mathbf{H} \right), \quad (3, 1)$$

где

$$\sigma = \frac{n_e e^2}{m_e c^2} \frac{1}{\nu}, \quad \sigma' = \frac{1}{\nu}, \quad \sigma'' = \frac{c}{en_e} \sigma, \quad (3, 2)$$

считая σ (в первом приближении) не зависящим от $\mathbf{H}$. Здесь ν — число столкновений ион—электрон, x — степень ионизации, p — газовое давление, n_e — число электронов, $\mathbf{v}$ — скорость движения плазмы, $\mathbf{E}$ — напряжение электрического поля. Остальные величины имеют обычный смысл. В силу уравнений Максвелла

$$\text{rot } \mathbf{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}; \quad \text{rot } \mathbf{H} = \frac{4\pi}{c} \mathbf{j}; \quad (\text{rot } \mathbf{j} = -\frac{c}{4\pi} \nabla^2 \mathbf{H}), \quad (3, 3)$$

уравнение (3, 1) эквивалентно следующему:

$$\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} - \text{rot } \mathbf{v} \times \mathbf{H} = \frac{c^2}{4\pi\sigma} \nabla^2 \left(\mathbf{H} + \sigma' \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \right) + \frac{\sigma''}{\sigma} \frac{1}{c} \text{rot } \mathbf{j} \times \mathbf{H}. \quad (3, 4)$$

В нашем случае силовые линии поля $\mathbf{H}$ — параллельные прямые ($\mathbf{H}$ не зависит от x и y , см. фиг. 11), и ток $\mathbf{j}$ будет иметь только компоненту вдоль x -оси — $\frac{c}{4\pi} \frac{\partial H}{\partial z}$. Скорость сжатия имеет только z -компоненту v_z , так что $\mathbf{v} \times \mathbf{H}$ имеет только x -компоненту — $v_z H$, а для вихря $\mathbf{v} \times \mathbf{H}$ сохраняется только y -компонента — $\frac{\partial}{\partial z} v_z H$. Сила Ампера $\frac{1}{c} \mathbf{j} \times \mathbf{H}$ имеет только z -компоненту:

$$\nabla p_m = -\frac{1}{8\pi} \frac{\partial H^2}{\partial z}, \quad (3, 5)$$

равную градиенту магнитного давления. Очевидно, поле этой силы — безвихревое ($\text{rot } \mathbf{j} \times \mathbf{H} = 0$), и основное уравнение (3, 4) для изменения магнитного поля при сжатии плазмы будет (отбрасывая индексы)

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial v H}{\partial z} = \frac{c^2}{4\pi\sigma} \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left(H + \frac{1}{\nu} \frac{\partial H}{\partial t} \right). \quad (3, 6)$$

Как известно (см., например, [13, § 3.2]), это уравнение, будучи проинтегрировано по поверхности, опирающейся на движущийся вместе с плазмой контур, выражает факт, что изменение магнитного потока через эту поверхность происходит вследствие диффузии поля и связанных с нею омических потерь, т. е.

$$\frac{d}{dt} \iint H_n dS = \frac{c^2}{4\pi\sigma} \iint \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left(H + \frac{1}{\nu} \frac{\partial H}{\partial t} \right) dS. \quad (3, 7)$$

При бесконечной проводимости этот поток сохраняется постоянным при движении плазмы, т. е. имеет место «вмороженность» поля в движущуюся плазму.

Оценим относительную роль входящих в (3, 6) членов. При $n_e = 10^{13}$ и $T = 10^4$ величина

$$\nu = 15 n_e Z T^{-3/2} \approx 10^8 \quad (3, 8)$$

(см. [8, § 1.4]), поэтому второй член в скобках правой части (3,6) или (3,7) играет роль, если только характерное время процесса порядка микросекунд. Для процессов на Солнце и в частности вспышек характерное время едва ли меньше секунд (исключая, возможно, всплески радиоизлучения). Поэтому в наших условиях членом $\frac{1}{v} \frac{\partial H}{\partial t}$ можно пренебречь по сравнению с H^* .

Далее, проводимость

$$\sigma = 2 \cdot 10^{-14} c^2 \frac{T^{3/2}}{Z} \approx 10^{13}$$

при $T = 10^4$, так что величина

$$\frac{c^2}{4\pi\sigma} \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} \sim 10^7 \frac{H}{a^2},$$

где a — характерный размер системы, будет пренебрежимо малой по сравнению с членами в левой части (3,6), пока $a \gg 10^4$ (для характерного времени ~ 1 сек.), т. е. пока $a \gg 10^4$ см, диффузией поля для характерного времени процесса порядка секунд можно пренебрегать и считать поле «вмороженным» в плазму. Иначе, время, необходимое для рассеяния энергии поля $H^2/8\pi$ за счет только омических потерь, согласно (3,6) или (3,7), будет (ср. [13], § 3.2)

$$\tau \approx \frac{4\pi\sigma}{c^2} a^2 \approx \frac{a^2}{10^8} \text{ сек.} \quad (3,9)$$

Отсюда следует, что при $a \gg 10^4$ затухание поля очень медленное по сравнению с характерным временем процесса вспышки. Однако, если при сжатии плазмы около нейтральной точки достигаются размеры a , сравнимые с 10^4 см, то свойство «вмороженности» поля в плазму уже нарушается и необходимо учитывать диффузию поля и омические потери. Мы будем рассматривать только первую фазу процесса сжатия, когда свойство «вмороженности» сохраняется ($a > 10^4$).

Оценим теперь роль омических потерь в изменении термодинамического состояния вспышки при сжатии. Термодинамическое уравнение энергии

$$\rho \frac{dE}{dt} - \frac{p}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{j^2}{\sigma}, \quad (3,10)$$

где j^2/σ — джоулево тепло, $E = c_v T$, p — давление, можно представить в виде

$$\frac{d}{dt} \ln \frac{p}{\rho^\gamma} = \frac{\gamma-1}{\sigma} \frac{j^2}{p} \approx 2(\gamma-1) \frac{c^2}{4\pi\sigma a^2} \frac{H^2/8\pi}{p},$$

так как плотность тока $j = -\frac{c}{4\pi} \frac{\partial H}{\partial z} \sim -\frac{c}{4\pi} \frac{H}{a}$, где a — характерный размер. Среднее давление, характерное для вспышек,

$$p = nkT \approx 10^{13} kT \approx 10 \text{ бар (при } T = 10^4 \text{ °K)}.$$

* В лабораторных опытах с импульсным разрядом этот член может играть серьезную роль.

Принимая $\gamma = 5/3$, $\sigma = 10^{13}$, получим

$$\frac{d}{dt} \ln \frac{p}{\rho^{\gamma}} \approx 4 \cdot 10^4 \left(\frac{H}{a} \right)^2. \quad (3, 11)$$

Отсюда следует, что при $H/a \approx 10^{-6}$ (см. ниже) джоулевы потери составляют 10^{-9} от тепловой энергии. Вообще изменения состояния плазмы будут протекать адиабатически, если средний градиент поля

$$\frac{H}{a} \ll 5 \cdot 10^{-3} \text{ гс/см.} \quad (3, 12)$$

Характерные для областей, занятых вспышками, магнитные поля (см. § 1) — не более сотен гаусс, поэтому фактические величины $H/a < \sim 10^{-6}$, ($a \approx 10^8$ см). Величину градиента H/a можно оценить и непосредственно из приведенных в § 1 карт магнитного поля: даже при сильном падении поля — 800 гс на отрезке $2 \cdot 10^9$ см, как было во время вспышки 27 августа 1957 г. в $13^{\text{h}}50^{\text{m}}$ (фиг. 7), величина $H/a \approx 4 \cdot 10^{-7}$. Таким образом, сжатие плазмы во вспышке можно считать с достаточной точностью адиабатическим*.

Рассмотрим теперь движение (в нашей модели — одномерное сжатие или расширение) плазмы вспышки возле нейтральной плоскости $ХОУ$ (фиг. 11). Ускорение плазмы в направлении оси z будет происходить под действием силы Ампера (3, 5), сжимающей плазму с обеих сторон от нейтральной плоскости, и градиента газового давления ∇p , противодействующего этому сжатию. Для простоты будем считать, что градиенты поля с обеих сторон от нейтральной плоскости одинаковы и что силой гравитации можно пренебречь. Действительно, при характерном размере слоя a возле нейтральной плоскости $\sim 10^8$ см, величина силы ∇p_m (3, 5) будет порядка $H^2/8\pi a$, что при поле $H = 300$ гс составляет $\sim 5 \cdot 10^{-5}$, тогда как сила гравитации $g\rho \approx 10^4 \cdot 10^{13} \cdot 10^{-24} = 10^{-7}$. Это позволяет в первом приближении рассматривать процесс протекающим симметрично относительно неподвижной нейтральной плоскости, независимо от ее расположения в атмосфере Солнца (в случае неравенства градиентов ∇p_m будет иметь место также движение самой нейтральной плоскости, что в ряде случаев фактически наблюдается).

Строгое рассмотрение представляет большие трудности**. Для выяснения существа процесса мы рассмотрим ту простую модель явления, когда возле нейтральной плоскости приблизительно сохраняется подобие в распределении поля при движениях плазмы. Пока характерный размер слоя $a(t) \gg 10^4$, имеет место свойство замороженности поля в плазму — магнитный поток через поверхность $a(t) \times 1$ см, выделенную в плоскости ZOX , будет сохраняться неизменным (фиг. 11), т. е.

$$\int H da dx = \bar{H} a(t) = \text{const} = \bar{H}_0 a_0, \quad (3, 13)$$

* Лучистые потери, как нетрудно показать, несущественны пока $a > 10^6$ см (примечание при корректуре).

** Общие свойства решений для одномерных движений рассмотрены в [14].

где $\bar{H}$ — среднее значение напряженности на выделенной площадке $\sim \frac{1}{2} H(a)$, (H_0 и a_0 — значения H и a в начальный момент). Масса элемента объема — столба с основанием 1 см^2 в плоскости XOY и высотой $a(t)$ будет также сохраняться неизменной, или

$$\int \rho da dx dy = \bar{\rho} a(t) = \bar{\rho}_0 a_0. \quad (3, 14)$$

Из (3, 13) и (3, 14) следует $\bar{H} \propto \bar{\rho}$, что является иным выражением свойства «вмороженности» поля в плазму при одномерном движении. Уравнение движения единицы объема плазмы, находящейся на расстоянии $a(t)$ от нейтральной плоскости, есть

$$\rho \frac{d^2 a}{dt^2} = - \frac{1}{8\pi} \frac{\partial H^2}{\partial a} - \frac{\partial p}{\partial a}, \quad (3, 15)$$

где p — газовое давление. Его изменения, как указано выше, можно считать адиабатическими, так что среднее давление в рассматриваемом элементе $\bar{\rho} a(t)$ будет, согласно (3, 14),

$$p \propto \rho^{-\gamma} \propto a^{-\gamma} \quad \text{или} \quad p = p_0 \left(\frac{a_0}{a} \right)^{5/3}, \quad (3, 16)$$

считая $\gamma = 5/3$ для водородной плазмы вспышки.

Далее

$$\frac{\partial p}{\partial a} \approx - \frac{p(0)}{a} \approx - \frac{2p}{a},$$

если давление возрастает в направлении к нейтральной плоскости (вообще же здесь коэффициент может быть отличен от 2 в зависимости от распределения давления, но это несущественно для дальнейшего рассмотрения). Так как $H(a) \simeq 2\bar{H} = 2 \frac{H_0 a_0}{a}$, согласно (3, 13), то (3, 15) в силу (3, 16) будет

$$\rho \frac{d^2 a}{dt^2} \simeq - \frac{(H_0 a_0)^2}{2\pi a^3} + \frac{2\bar{p}_0 a_0^{5/3}}{a^{8/3}}. \quad (3, 17)$$

Положим

$$\beta = \frac{\bar{p}_0}{H_0^2/4\pi}, \quad x = \frac{a}{a_0}, \quad t_1 = \left(\frac{H_0^2}{2\pi} \right) \frac{t}{a_0}, \quad (3, 18)$$

тогда (3, 17) будет

$$\rho \frac{d^2 x}{dt_1^2} = - \frac{1}{x^3} + \frac{\beta}{x^{8/3}}. \quad (3, 19)$$

Начальные условия можно принять в виде

$$\text{при } t=0, \quad x=1, \quad \frac{dx}{dt} = 0, \quad (3, 20)$$

т. е. считать, что в начальный момент плазма покоилась. Из (3, 19) и (3, 20) непосредственно следует, что при $\beta < 1$ возникает сжа-

тие плазмы возле нейтральной плоскости, которое протекает со все возрастающей скоростью, т. е. возникает явление пинч-эффекта. При $\beta > 1$ происходит расширение с непрерывно уменьшающейся скоростью. Этот процесс сжатия плазмы возле нейтральной точки в известном смысле аналогичен гравитационному сжатию газового шара, когда рост гравитационного давления происходит быстрее, чем рост газового (такой случай, реализующийся для газового шара при абсолютной температуре 0° , рассмотрен в [15]).

Для оценки скорости сжатия мы примем, что при сжатии $\rho(a)/\bar{\rho}$ приблизительно сохраняется неизменным, равным, скажем, q , что соответствует исходному предположению о сохранении подобия в распределении поля. Тогда, согласно (3, 14) и (3, 18),

$$\rho(a) = q \frac{\bar{\rho}_0}{x}$$

и уравнение (3, 19) примет вид:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{1}{x^2} + \frac{\beta}{x^{5/3}}, \quad t_2 = \left(\frac{\bar{H}_0^2}{2\pi\bar{\rho}_0q} \right)^{1/2} \frac{t}{a_0}. \quad (3, 21)$$

Первый интеграл этого уравнения, удовлетворяющий условию (3, 20), есть

$$\frac{1}{2} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 = \left(\frac{1}{x} - 1 \right) - \frac{3}{2} \beta \left(\frac{1}{x^{2/3}} - 1 \right). \quad (3, 22)$$

При $\beta < 1$, начиная с некоторого $x < 1$, основным членом в (3, 22) является член $\frac{1}{x} - 1$, так что приближенно

$$\sqrt{2}t_2 \simeq \int_1^x \frac{dx}{\sqrt{\frac{1}{x} - 1}} = -\sqrt{x(1-x)} - \arctg \sqrt{\frac{1}{x} - 1}, \quad (x < 1). \quad (3, 23)$$

При достаточно малом x первый член пренебрежимо мал, а второй близок к $\pi/2$, так что из выражения для t_2 (3, 21) получим

$$t \simeq \frac{\pi\sqrt{q}}{4} \frac{a_0}{\sqrt{\frac{\bar{H}_0^2}{4\pi\bar{\rho}_0}}} = \frac{\pi\sqrt{q}}{4} \frac{a_0}{V}; \quad (3, 24)$$

здесь V — средняя скорость волны Альфвена в плазме вспышки, т. е. время сжатия — порядка времени, необходимого волне Альфвена для прохождения характерного размера вспышки. Принимая $\bar{H}_0 = 10^2$, $\bar{\rho}_0 = 10^{-11}$ и $a_0 = 10^8$, как характерные для вспышки, получим (величина $\pi\sqrt{q}/4$ порядка единицы) скорость Альфвена $V \simeq 100$ км/сек и t — порядка нескольких десятков секунд. Эта оценка времени развития пинч-эффекта возле нейтральной точки хорошо согласуется с характерным временем развития вспышки. Мы видим, с другой

стороны, что рассматриваемый процесс сжатия можно рассматривать как эквивалентный интерференции двух очень длинных, плоских волн Альфвена.

Следует отметить, что предлагаемая трактовка процесса сжатия возле нейтральной области в сущности описывает пинч-эффект плоскопараллельного, однородного токового слоя; ее можно свести, с другой стороны, к известной аналогичной трактовке шнурового пинч-эффекта, данной в [16]. В обоих случаях при сжатии силовые линии сходятся к нейтральной плоскости, их плотность возрастает и одновременно увеличивается сила магнитного «натяжения».

Существенным в нашей трактовке является возникновение неустойчивости плазмы возле нейтральной точки магнитного поля при $\beta < 1$ или

$$\frac{H_0^2}{4\pi} > \bar{p}_0 = nkT. \quad (3, 25)$$

Т. е. если магнитная энергия в окрестности нейтральной точки возрастает (за счет ли сближения силовых трубок или роста поля со временем при развитии солнечного пятна) и начинает превышать тепловую энергию плазмы, то возле нейтральной точки развивается пинч-эффект. Характерное $\bar{p}_0$ для плазмы вспышки — 10—50 бар, так что критическая напряженность поля составляет от 10 до 25 гс.

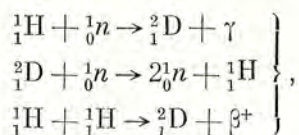
Этот вывод находится в качественном согласии с основным результатом измерений магнитных полей § 1, показывающим, что вспышки возникают в нейтральных точках при значительной концентрации поля возле этих точек.

Рассмотрим теперь, как изменятся магнитное поле и состояние плазмы при ее сжатии от характерного размера $\sim 10^8$ до $\sim 10^5$ см, ($a_0/a = 10^3$). Плотность увеличится в a_0/a раз и будет $\sim 10^{-8}$ ($\bar{\rho}_0 = 10^{-11}$) — сравнимой с плотностью фотосферы. Температура возрастает как $(a_0/a)^{2/3}$ — в 100 раз и будет порядка нескольких миллионов градусов ($T_0 = 10^4$). Поле благодаря сжатию возрастет так же, как плотность, и будет $\sim 10^4$ гс, а ток в слое $j \approx \frac{c}{4\pi} \frac{H}{a} \approx \frac{1}{a^2}$ увеличится в $\sim 10^6$ раз, и если вначале он был $\sim 10^{-6}$ а [см. (2, 3)], то достигнет значений порядка нескольких ампер; соответственно напряженность поля $E = j/\sigma$ возрастет в 10^4 раз (так как проводимость σ растет при сжатии, как $T^{3/2}$) и достигнет $\sim 10^{-3}$ в/см. Давление возрастет в $\sim 10^5$ раз и достигнет ~ 1 ат ($\bar{p}_0 = 10$ бар). Плотность энергии nkT возрастет также от ~ 10 эрг/см³ до 10^6 эрг/см³.

Таким образом, в рассмотренной нами первой фазе развития вспышек — пинч-эффекта возле нейтральной точки, может образоваться слой плазмы размером порядка нескольких километров и с температурой порядка миллиона градусов. Кратковременное «импульсное» появление такого слоя во вспышках не противоречит данным наблюдений: если высокая температура, сильная ионизация и жесткое излучение кратковременно возникают в очень узком слое, то они скрыты от нас довольно большой

линейной и оптической толщей окружающей вспышку плазмы. Ультрафиолетовое и жесткое излучение от этого слоя вызовет в основном лишь усиленное возбуждение и ионизацию вокруг вспышки в зоне порядка нескольких тысяч километров и в очень небольшой степени выйдет из вспышки (исключая рентгеновское излучение). Указанные в начале параграфа факты появления жесткого излучения и частиц высоких энергий во вспышках свидетельствуют в пользу возникновения еще более высоких энергий плазмы во вспышке. Но температуры в несколько миллионов градусов уже достаточны для возникновения термоядерных реакций на легких ядрах.

В частности, представляют интерес реакции



связанные с образованием дейтерия и нейтронов, на что имеются спектроскопические указания [11]. О том, что основное выделение энергии во вспышках сосредоточено в очень узком слое, свидетельствует ряд фактов: 1) явление тонкой структуры их эмиссии и в особенности явление «у с о в» (см. [17]), 2) контуры водородных линий указывают на резкое увеличение эмиссионной отдачи в глубь вспышки [10], 3) эмиссия вспышек близ лимба сконцентрирована в очень узких пластах (см., например, фиг. 12). Более того, в большинстве случаев имеются явные указания на наличие процесса сжатия в начальной стадии (до максимума яркости): эмиссия в центре водородных линий асимметрична — с преобладанием в красной части, — см. контуры эмиссии в [10] (этому вопросу будет посвящено отдельное исследование). Энергетически, появление температур порядка 1 млн. и даже 10 млн. градусов в результате сжатия и последующего рассеяния магнитного поля в узком слое вполне понятно, если принять во внимание наблюдаемый факт (§ 1) уничтожения довольно значительных полей в результате вспышек (в самое последнее время нами получен еще ряд записей поля, свидетельствующих об уничтожении полей порядка нескольких сот гаусс). Для прикидки, какая энергия поля при ее переходе в тепловую необходима для большого нагрева плазмы, положим $H^2/8\pi \approx nkT$, откуда при $n = 10^{13}$ и $T \simeq 1$ млн. градусов получим $H \approx 300$ гс — поле, часто наблюдаемое в районе возникновения вспышек.

Далее, хотя формально сжатие возле нейтральной плоскости, как мы видели, идет со все возрастающей скоростью, оно не может быть неограниченным по ряду причин. Во-первых, при сжатии слоя может нарушиться подобие в распределении магнитного поля: если в достаточной близости к нейтральной плоскости линейная аппроксимация H всегда возможна, то вдали от нее ∇H^2 может уменьшаться и возникнет реакция в направлении, противоположном сжатию, которая вызовет расширение и ослабление поля в верхней части, т. е. в слое

возникнет отшнуровывание: сжимающаяся часть возле нейтральной плоскости и расширяющаяся на некотором расстоянии от нее. Вероятно, фактически это так и происходит, хотя аналитически это рассмотреть очень трудно.

Интересен в этом отношении вид эмиссии вспышек над лимбом Солнца, показывающий слоистую структуру: вспышка состоит из очень узких как бы пластов, в которых сосредоточено свечение (см. фиг. 12).

Второе обстоятельство связано с тем, что наша трактовка процесса сжатия справедлива только для первой его фазы — пока характерные размеры слоя $a(t)$ значительно превосходят 10^4 см, т. е. пока сохраняет силу свойство замороженности поля в плазму и не играют роли диффузия поля и связанные с ней омические потери (см. выше). При достижении характерных размеров $\sim 10^4$ см основное уравнение (3, 6), определяющее поле, будет

$$\frac{dH}{dt} = \frac{c^2}{4\pi\sigma} \frac{\partial^2 H}{\partial a^2}, \quad (3, 26)$$

где d/dt означает изменение, связанное с движущейся частицей, совместное решение которого с уравнением движения (3, 15) представляет большие трудности и будет рассмотрено в дальнейшем.

Наконец, наиболее существенной причиной, которая может повлиять на весь процесс сжатия, является возникновение ударной волны при достижении достаточно большой скорости сжатия. Рассмотрим этот вопрос подробнее*. Отношение скорости сжатия к скорости звука (число Маха)

$$M_{0n} = \frac{\frac{da}{dt}}{\sqrt{\gamma RT}}, \quad (3, 27)$$

или, согласно (3, 21) и (3, 22),

$$M_{0n}^2 = \frac{4}{\gamma q} x^{2/3} \left[\frac{1}{\beta} (x^{-1} - 1) - \frac{3}{2} (x^{-2/3} - 1) \right] \approx \frac{4}{\gamma q} \left(x^{-1/3} + \frac{1}{2} x^{2/3} - \frac{3}{2} \right), \quad (3, 28)$$

так как $\beta \approx 1$ в начале процесса. Число Маха достигает единицы уже при

$$x \approx \left(\frac{3}{2} + \frac{5}{12} q \right)^{-3} \geq 0,142,$$

так как $x < 1$, $\gamma = 5/3$ и $q < 1$. Поэтому для оценки чисел M_{0n} при достаточно большом сжатии можно пользоваться вместо (3, 28) выражением

$$M_{0n} \approx \frac{2}{\sqrt{\gamma q}} x^{-1/6} = \frac{1,53}{\sqrt{q x^3}}. \quad (3, 29)$$

* Автор благодарен С. Б. Пикельнеру за существенные замечания по этому вопросу.

Отсюда видно, что при достаточно большом сжатии может развиваться сильная ударная волна, которая вызовет силу реакции

$$F \approx \frac{1}{a} \left[\frac{H_2^2}{8\pi} + p_2 - \left(\frac{H_3^2}{8\pi} + p_3 \right) \right], \quad (3, 30)$$

направленную против силы сжатия и способную его затормозить.

Здесь H_2 , p_2 и H_3 , p_3 — магнитное поле и давление непосредственно за фронтом волны и на достаточном расстоянии позади фронта.

Если ударная волна развилась и условия перед фронтом и за ним установились, то на некотором достаточном расстоянии за фронтом условия будут примерно такие же, как и непосредственно перед фронтом, где магнитное поле и давление пусть будут H_1 и p_1 , так что в (3, 30) можно считать $H_3 \sim H_1$ и $p_3 \sim p_1$. Но для случая распространения волны перпендикулярно магнитному полю величины H_2 , p_2 и H_1 , p_1 связаны уравнениями (см. [18])

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{1}{U}, \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{\Pi}{U}, \quad (3, 31)$$

где $\Pi = T_2/T_1$ (отношение температур) определяется уравнением

$$\Pi = \gamma M_0^2 U (C_0 - U) - \frac{h_0}{U}, \quad (3, 32)$$

а величина $U = \rho_1/\rho_2$ находится из уравнения

$$\frac{1}{2} (\gamma + 1) U^2 - \left[\frac{\gamma - 1}{2} + \frac{1 + h_0}{M_0^2} \right] U + \frac{h_0 (\gamma - 2)}{\gamma M_0^2} = 0. \quad (3, 33)$$

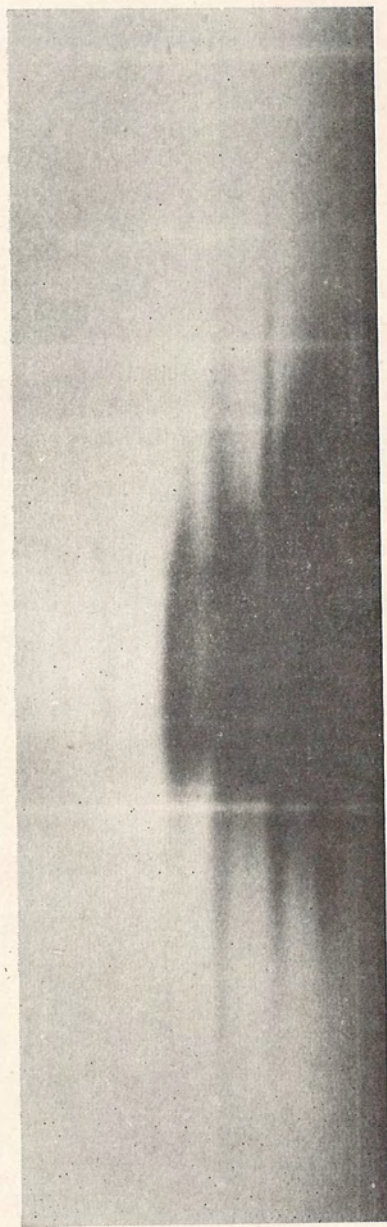
Здесь

$$h_0 = \frac{H_1^2}{8\pi p_1}, \quad M_0 = M_{0н} \left(1 + \frac{2h_0}{\gamma} \right)^{1/2}, \quad C_0 = 1 + \frac{1 + h_0}{\gamma M_0^2}. \quad (3, 34)$$

За величины H_1 , p_1 и т. д. перед фронтом естественно принять введенные ранее средние значения поля давления и других величин — $\bar{H}(a)$, $\bar{p}(a)$, характеризующие в среднем состояние плазмы в столбе $a(t) \times 1 \text{ см}^2$. Методом проб можно тогда найти такое x^* , при котором величина силы реакции F (3, 30) ударной волны, вычисленная с помощью формул (3, 31) — (3, 34), становится сравнимой с величиной силы сжатия (3, 17), скажем G , где

$$G \approx \left[-\frac{\bar{H}_0^2}{2\pi} \left(\frac{a_0}{a} \right)^2 + 2\bar{p}_0 \left(\frac{a_0}{a} \right)^{2/3} \right] \frac{1}{a}, \quad (3, 35)$$

а $\bar{H}_0$, $\bar{p}_0$ — средние значения для начального момента ($x=1$). Эта величина x^* близка к 10^{-2} . Действительно, при $a/a_0 = 10^{-2}$ величины $H_1 \approx 10^3$, $p_1 \approx 2 \cdot 10^4$, $T_1 \approx 2 \cdot 10^5$, $\rho_1 = 10^{-9}$, так что



Фиг. 12. Вид эмиссии вспышки возле лимба 10 июня 1957 г.

$$h_0 \approx 2, \quad M_{0n} \approx \frac{3,24}{\sqrt{q}}. \quad (3, 36)$$

Примем $M_{0n} = 5$ (считая сжатие в столбе $\bar{\rho}/\rho(a) \approx 2,5$; вероятно оно еще больше). Тогда согласно (3, 29) $M_0 \approx 10$ и согласно (3, 33)

$$U = \frac{1}{3}, \quad \rho_2 = 3\rho_1, \quad (3, 37)$$

а из (3, 32) найдем

$$\frac{T_2}{T_1} \approx 30, \quad (3, 38)$$

так что $\rho_2 \approx 100\rho_1$. Эти значения дают для реакции (3, 30) значение ~ 2 , тогда как сила сжатия (3, 25) ($\bar{H}_0 = 10$, $\bar{\rho}_0 = 10$) составляет $\sim 1/6$. Если же принять $q = 1$ и $M_{0n} = 3$, то эти обе силы практически совпадают.

Эти оценки показывают, что рассмотренный выше процесс сжатия продолжается приблизительно до тех пор, пока не будет достигнут характерный размер $\sim 10^{-2} a_0$ или до $a \sim 10^6$ см, причем ударная волна (когда $M_{0n} \approx 1$) развивается раньше, при сжатии $\sim 0,1$. При сжатии $\sim 0,01$ ударная волна приостанавливает сжатие: возникает расширение плазмы за фронтом волны — процесс, столь характерный для вспышек (рост области, занятой вспышкой при ее возгорании). Если волна израсходует свою энергию на торможение сжатия, то будет достигнута температура $\sim 6 \cdot 10^6$ согласно (3, 38). Если распространение фронта в направлении к нейтральной плоскости будет продолжаться, то, поскольку такой же фронт движется с другой стороны от нейтральной плоскости (см. схему явления на фиг. 13), в ней произойдет столкновение двух ударных волн. Энергетически результатом этого события является чрезвычайно высокий нагрев плазмы в очень узком слое $\sim 10^4$ см. Температуру ее можно грубо оценить из соотношения

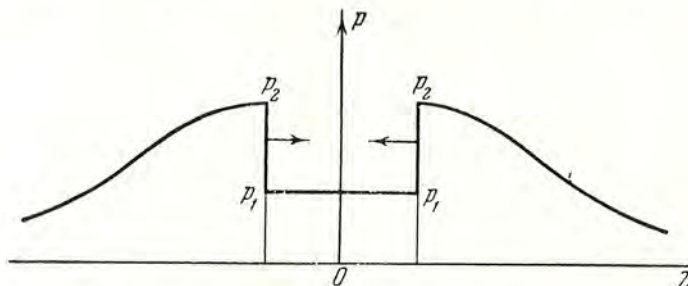
$$\frac{1}{2} \rho \left(\frac{da}{dt} \right)^2 \approx nkT. \quad (3, 39)$$

Скорость волны (см. (3, 27)) при $a \approx 10^{-2} a_0$, $T \approx 2 \cdot 10^5$, $M_{0n} \approx 5$

$$\left(\frac{da}{dt} \right) \approx 2M_{0n} \sqrt{\gamma RT} \approx 3 \cdot 10^7$$

(во всяком случае она не меньше этой величины). Величина $\rho_2 \geq 3\rho_1 \approx 3m_{\text{H}}n$ и при $n_1 = 10^{15}$ величина T будет порядка 10 млн. градусов. Хотя при этом мы не учитывали диссипацию энергии в ударной волне, ее учет едва ли может существенно изменить эту оценку, так как характерное время процесса возникновения и соударения ударных волн весьма мало (доли секунды). Так как $nkT \approx 10^6$ эрг/см³ сек, а время жизни вспышки $\sim 10^3$ сек., то средний выход энергии во вспышке будет $\sim 10^3$ эрг/см³ — величина, практически совпадающая с нашей оценкой энергии, необходимой для поддержания энергии электронного

газа вспышки ($700 \text{ эрг/см}^3 \text{ сек}$) за время ее жизни и полученной на основе исследования водородного спектра вспышек [10]. При сближении фронтов на расстояние $a < 10^4 \text{ см}$, наряду с превращением кинетической энергии ударной волны в тепловую, начнут играть серьезную роль омические потери. Проводимость σ достигнет значений $\sim 10^{16}$, а плотность тока $\sim 100 \text{ а}$, так что джоулево тепло будет порядка 10^6 эрг/см^3 — величины, сравнимой с nkT , а время диффузии поля, согласно (3, 9), $\sim 10^4 \text{ сек}$. Это даст выход энергии порядка нескольких сот $\text{эрг/см}^3 \text{ сек}$, т. е. также сравнимый с тем, который следует из анализа спектра вспышек. Однако процесс столкновения двух ударных волн в нейтральной точке требует особого рассмотрения в дальнейшем.



Фиг. 13. К образованию ударных волн возле нейтральной точки.

Но независимо от того, произойдет столкновение двух фронтов или нет, в обоих случаях будут достигнуты температуры $\sim 5\text{--}10$ млн. градусов. Интересно отметить параллель между рассмотренным процессом образования ударной волны и тем, который используется в недавно описанной [19] установке для получения ударных волн с числом Маха ~ 200 , возникающих в результате пропускания через плазму сильного тока, перпендикулярного магнитному полю. Случай, рассматриваемый нами, является своего рода «обращением» этого процесса.

Хотя расширение плазмы за фронтом, вдали от нейтральной точки, также требует отдельного рассмотрения, приблизительная картина явления будет, по-видимому, следующей. Скорость расширения будет приблизительно $\sqrt{\gamma RT} \approx 5 \cdot 10^6$. Очень грубо время расширения можно оценить из (3, 22). Так как расширение возникает при $\beta > 1$, то ведущий член в правой части (3, 22) будет $1/x^{\frac{2}{3}}$ и приближенное выражение второго интеграла будет

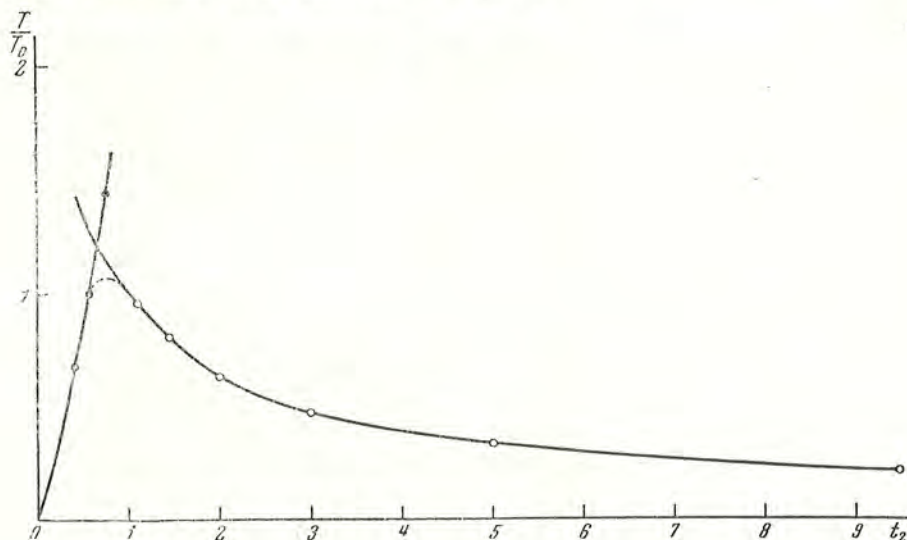
$$\sqrt{3\beta} t_2 \approx x - 1,$$

или

$$t \approx \sqrt{\frac{q}{6} \frac{\bar{p}_0}{\bar{p}_0}} a \approx \sqrt{\frac{q}{6} \frac{a}{\bar{c}_0}}, \quad (3, 40)$$

где $\bar{c}_0$ — средняя тепловая скорость в начальный момент $\sim 5 \cdot 10^6$. Время, необходимое для достижения характерного для послемакси-

мальной стадии вспышки размера $a = 10^8 - 10^9$ см, порядка $10^2 - 10^3$ сек., но поскольку фактически расширение начинается с меньшей, чем $\bar{c}_0$, скоростью, то это нижний предел (в этом случае $q > 1$). Весьма существенно лишь то, что расширение, которое неизбежно должно возникнуть за фронтом ударной волны, может объяснить факт расширения области, занятой вспышкой, возникающего одновременно с ее возгоранием (описание этого явления см. [20]).



Фиг. 14. Приблизительный теоретический ход температуры со временем во вспышках.

Наконец, можно приближенно наметить ход изменения температуры во вспышке со временем. Из (3, 23) для первой фазы сжатия следует, что

$$T \sim [\operatorname{tg} \{\sqrt{2} (t_2 - t_{20})\}]^{2/3}, \quad (3, 41)$$

а затем для второй (расширение), согласно (3, 40),

$$T \sim [\sqrt{3\beta} (t_2 - t_{20})]^{-2/3}, \quad (3, 42)$$

так что получается ход (фиг. 14), сходный с ходом кривой яркости вспышки ($\sqrt{3\beta}$ принято равным 1, по оси ординат отложено T/T_0 в произвольных единицах, точки — ход согласно (3, 41), а кружки — согласно (3, 42). Область $t_2 - t_{20} \approx 1$ — переходная, соответствующая развитию и столкновению ударных волн, где температура резко и кратковременно возрастает (отмечено пунктиром).

Таким образом, мы приходим к следующей физической модели явления вспышек. В результате своеобразных гидродинамических движений силовых трубок и роста поля пятен возникает нейтральная точка с сильной концентрацией (градиентом) поля вокруг нее. Это вызывает быстрое (порядка секунд) сжатие плазмы вокруг нейтральной точки, которое приостанавливается развивающейся при сжатии ударной волной на рас-

стоянии $\leq \sim 10$ км от нейтральной точки. В плазме такого размера вокруг нейтральной точки достигаются очень высокие температуры $\sim 5\text{--}10$ млн. градусов. Остальная, большая часть вспышки; находящаяся за фронтом ударной волны, расширяется.

То, что основное выделение энергии происходит в очень малой области (менее 10 км), может объяснить тонкую структуру эмиссии вспышек и особенно явление «усов», возникающих в первой, начальной стадии развития вспышек [17].

Ввиду того, что оптическая толща вспышек в L_α и лаймановском континууме (LaC) очень велика [10] (это излучение может создаваться только периферийным слоем (~ 50 км) вспышки), ультрафиолетовое излучение, интенсивно возникающее в некоторой области между фронтом и периферией, будет выходить лишь медленно благодаря диффузии L_α квантов. Ни одна из наших спектрограмм не указала на присутствие в спектре вспышек балмеровского континуума, что косвенно указывает также на слабое излучение L_α .

Наша модель явления вспышки показывает, что вспышка за время ее жизни должна в основном испускать жесткое излучение (возможно тормозное), но не L_α - и LaC-излучение, так как жесткое излучение, возникающее в «ядре» вспышки (~ 10 км), где температуры $\sim 5\text{--}10$ млн. градусов, сравнительно беспрепятственно выходит наружу. На это же указывают недавние ракетные измерения излучения вспышек [21]. Возможно, что L_α -излучение все же выходит из вспышки, но запаздывает (на время диффузии L_α -квантов), хотя известно, что наиболее активно вспышки действуют на D-слой ионосферы, за образование которого ответственно скорее всего рентгеновское излучение.

Октябрь 1957 г.

Л и т е р а т у р а

1. K. Kippenhaver. The Sun, ed. by G. Kuiper, Chicago, 1953, ch. 6.
В. Бумба, С. И. Гопасюк, А. С. Дворяшин, Н. Н. Ерюшев, И. Г. Моисеев, Н. А. Савич, А. Б. Северный, В. Е. Степанов. Бюлл. «Солнечные данные», № 1, 137, 1957. В. Бумба. Бюлл. «Солнечные данные», № 3, 1957.
2. Н. С. Никулин, А. Б. Северный, В. Е. Степанов. Астр. циркуляр, № 183, 1957, июль 27; Изв. Крымской астрофиз. обс., 19, 3, 1958.
3. В. Е. Степанов. Настоящий том, стр. 52.
4. А. Б. Северный и В. Е. Степанов. Изв. Крымской астрофиз. обс., 16, 3, 1956.
5. А. Б. Северный. Изв. Крымской астрофиз. обс., 15, 31, 1955.
6. H. W. Babcock. H. D. Babcock. Ap. J., 121, 349, 1955.
7. R. Giovanelli. M. N., 107, 338, 1947; 108, 463, 1948; F. Hoyle. Rec. Res. Sol. Phys., Cambridge, 1949.
8. T. Cowling. The Sun, ed. by G. Kuiper, Chicago, 1953, Ch. 8.
9. А. Б. Северный. Изв. Крымской астрофиз. обс., 9, 3, 1952.
10. А. Б. Северный. Изв. Крымской астрофиз. обс., 19, 72, 1958.
11. А. Б. Северный. Астр. журн., 34, вып. 3, 328, 1957.
12. Г. Альфвен. Космическая электродинамика. ИЛ, § 4.6 и 5.3, 1952.
13. L. Spitzer. Physics of fully ionized gases. N. Y., 1956.

14. С. А. Каплан и К. П. Станюкович. Докл. АН СССР, 95, № 4, 769 1954. R. Loughhead. Phys. Rev., 99, 1678, 1955.
 15. Л. Д. Ландау. Phys. Zs. Sowjetun, 1, 285, 1932.
 16. М. А. Леонтович, С. М. Осовец. Атомная энергия, № 3, 81, 1956.
 17. А. Б. Северный. Изв. Крымской астрофиз. обс., 17, 129, 1957.
 18. H. Sen. Phys. Rev., 102, № 1, 5, 1956.
 19. Aviat. Week, 66, № 12, 26, 1957.
 20. А. Б. Северный и Е. Ф. Шапошникова. Изв. Крымской астрофиз. обс., 12, 3, 1954.
 21. H. Friedman, T. Chubb, J. Cupperian, T. Lindsey. IGY Project 10. III, 1957.
-

ЛОКАЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ, ТОНКАЯ ХРОМОСФЕРНАЯ
СТРУКТУРА И ВОЛОКНА В ЛИНИИ H_{α}

В. Е. Степанов

В первых параграфах обсуждаются вопросы выбора ширины входной щели спектрографа при записях магнитных полей и методика учета изменения светового потока, падающего на ФЭУ. В последующих параграфах описывается общий характер локальных полей в активной области и определяется зависимость вида тонкой структуры поверхности Солнца в линии H_{α} и ориентации водородных волокон от локальных магнитных полей, наблюдаемых на уровне фотосферы.

Из рассмотрения материала наблюдений устанавливается следующее:

1. Концентрация сильных локальных полей и больших горизонтальных градиентов поля имеет место в области между ведущим и хвостовым пятнами. В этой области встречаются градиенты, превышающие $0,1$ гс/км.

2. Изменение магнитного поля со временем в области нулевых линий поля на краю магнитных областей составляет 10^{-3} гс/сек.

3. Ориентация малых волокон тонкой хромосферной структуры происходит в направлении, перпендикулярном изогаммам, т. е. вдоль силовых линий магнитного поля. «Хромосферные» потоки, образующиеся путем ориентации малых водородных волокон, соединяют области магнитных полей солнечных пятен с противоположной полярностью (см. фиг. 8—11).

4. Наблюдается ярусная структура «хромосферных» потоков, которая указывает на ярусную структуру магнитного поля и на проникновение его в область короны.

5. Существуют «хромосферные» потоки, соединяющие пятна противоположных полярностей разных полушарий. Протяженность этих потоков достигает $300\,000$ км. Они указывают на наличие магнитной связи пятен разных полушарий.

6. Обнаружены малые вихри в хромосфере (см. фиг. 12). Существенной особенностью этих образований является отсутствие под ними локального поля в фотосфере. Напряженность поля в ядре хромосферного пятна, оцененная по вихревой структуре, оказывается порядка 10 гс.

7. Локальные магнитные поля могут являться «центрами притяжения» активных протуберанцев.

8. Волокна вблизи сильного поля направлены вдоль силовых линий. С удалением от магнитного центра увеличивается угол наклона волокна к линиям хромосферного потока, и на краю магнитной области волокно располагается примерно перпендикулярно силовым линиям. Между двумя сильными полями иногда волокно занимает верхнее положение в арочной структуре магнитных полей, что подтверждает исследования Бэбкока [3]. Однако встречаются волокна, являющиеся, по-видимому, выбросами, которые пересекают нулевую линию магнитного поля под прямым углом (см. фиг. 8 и 10).

LOCAL MAGNETIC FIELDS, FINE CHROMOSPHERIC STRUCTURE AND FILAMENTS IN H_{α} , by V. E. Stepanov. — In the first §§ the influence of the entrance slit width and variations of the radiation flux on the records of weak magnetic fields are

discussed. Further the general character of local fields in an active region and its connection with the fine chromospheric structure in H_α and with the orientation of hydrogen filaments is described.

The consideration of observational data showed:

1. There is a concentration of strong local fields and large horizontal gradients in the region between the leader and following spots. In this region gradients exceeding 0.1 gs/km are found.

2. The variation of the magnetic field with time in the region of «zero lines» of field strength at the edge of magnetic regions equals 10^{-3} gs/sec.

3. The small filaments of fine chromospheric structure tend to situate in directions perpendicular to isolines, i. e. along the lines of force of the magnetic field. «Chromospheric streams», which are formed as a result of the orientation of small hydrogen filaments, connect the regions of the magnetic fields of sunspots of opposite polarity (fig. 8—11).

4. A stratified structure of «chromospheric» streams is observed which reveals the stratified structure of the magnetic field and its penetration into the coronal region.

5. There exist «chromospheric» streams which connect spots of opposite polarity of different hemispheres. These streams extend up to 300 000 km. They show that there is a kind of «magnetic connection» between the spots of different hemispheres.

6. Small eddies have been found in the chromosphere (fig. 12). An essential peculiarity of these formations is the absence beneath them of a local field in the photosphere. The field strength in the central part of such a «chromospheric spot», estimated from the eddy structure, is of the order of 10 gs.

7. Local magnetic fields may be «centers of attraction» for active prominences.

8. Filaments near a strong field are directed along the lines of force. With increasing distance from the magnetic center there is an increase in the angle of inclination of the filament to the lines of the chromospheric stream. At the edge of the magnetic region the filaments are about perpendicular to the lines of force. Between two strong fields the filaments sometimes occupy an upper position in the arc structure of magnetic fields, in agreement with Babcock's investigations [3]. However filaments are observed, which are evidently ejections, which intersect the zero line of the magnetic field at an angle of 90° (fig. 8 and 10).

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдения слабых магнитных полей в активных областях Солнца, обсуждаемые здесь, были получены на солнечном магнитографе с мая по октябрь 1957 г. — период максимальной солнечной деятельности.

Точность прибора и интервал измеряемого поля могут изменяться по желанию наблюдателя. Порог чувствительности магнитографа при хорошей прозрачности атмосферы составляет 0,1 гс (среднее квадратичное отклонение). Максимальная величина регистрируемого поля зависит от выбора линии поглощения, ширины входной щели спектрографа и ширины магнитографа, от масштаба записи (величины усиления) и от ширины диаграммной ленты записывающего прибора. Магнитограф работает с модулятором круговой поляризации, состоящим из пластинки кристалла дигидрофосфата аммония, вдоль кристаллографической оси которого прилагается попеременно с частотой $125 \text{ гц} \pm 3,6 \text{ кв}$ эффективного напряжения, и николя, являющегося анализатором, расположенным непосредственно перед щелью спектрографа.

В силу выбора такой оптической схемы модулятора измеряется только проекция напряженности магнитного поля на луч зрения, т. е. продольная составляющая магнитного поля:

$$H_z = H \cdot \cos \gamma, \quad (1)$$

где γ — угол между нормалью к поверхности Солнца и лучом зрения, H — величина напряженности магнитного поля.

Выбор высоты щели при записи магнитного поля имеет существенное значение. Чем больше высота щели спектрографа, тем выше предельная чувствительность магнитографа, но тем меньше гелиометрическое разрешение [1—3]. В связи со значительной загрузкой Башенного телескопа материал наблюдений, обсуждаемый здесь, получался, как правило, в то время, когда значительно ухудшались условия наблюдений и дрожание в среднем составляло 6". Поэтому при диаметре изображения Солнца в 20 см высота щели не бралась меньше 1 мм, т. е. около 10". Гелиометрическое разрешение карты магнитных полей зависит не только от высоты щели. При правильно выбранной скорости записи, в соответствии с величиной постоянной времени магнитографа, разрешение зависит и от расстояния одного разреза поверхности Солнца от другого. Опыт наблюдения показал, что при записях поля в центральных частях диска при переходе от одного разреза к другому хорошая преемственность в величинах поля при построении карт имеет место, если расстояние между разрезами не превосходит 25". Структура поля полностью теряется, если расстояние одного разреза от другого больше 50". Нами было принято расстояние между последовательными разрезами поверхности Солнца в 27" и в особенно интересных участках Солнца — 13",5. Таким образом, гелиометрическое разрешение записей магнитных полей, при смещении изображения Солнца на щели спектрографа по склонению, приблизительно составляет

$$10'' \times 13'',5 - 27''.$$

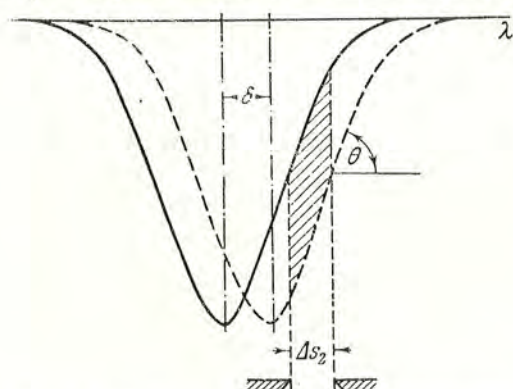
§ 1. ВЫБОР ШИРИНЫ ВХОДНОЙ ЩЕЛИ СПЕКТРОГРАФА

Выбор ширины щелей и промежуточной диафрагмы магнитографа описан в статье [1]. Так как выбор оптимальной ширины входной щели спектрографа при записи магнитных полей отличается от выбора ширины щели для спектрографических работ, то мы позволим себе кратко остановиться на этом важном вопросе. Это различие вызвано тем, что при спектрографических работах «чувствительностью» спектрографа является его разрешающая сила. Для чувствительности магнитографа кроме определенной величины разрешающей силы спектрографа, дающей неискаженный инструментальными ошибками контур линий поглощения, важна и яркость спектра. Порог чувствительности магнитографа тем выше, чем больше отношение полезного сигнала к шуму. Рассмотрим, как изменяется это отношение в зависимости от ширины входной щели спектрографа.

Величина полезного сигнала при данном магнитном поле определяется крутизной линии поглощения, шириной входной щели спектрографа и шириной щели фотометра магнитографа. Действительно, величина заштрихованной площадки (фиг. 1) определяет полезный сигнал:

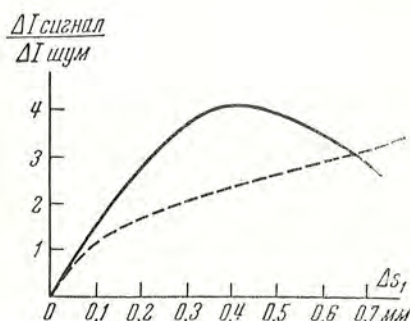
$$\Delta I = c \cdot \delta \cdot \lg \theta \cdot \Delta s_1 \cdot \Delta s_2, \quad (2)$$

где δ — смещение крайних компонент зеемановского расщепления, Δs_1 — ширина входной щели спектрографа, Δs_2 — ширина щели фотометра



Фиг. 1. Схема расщепленных компонент при продольном эффекте Зеемана.

Δs_2 — ширина щели магнитографа; θ — угол, определяющий крутизну контура линии поглощения.



Фиг. 2. Изменение интенсивностей сигнала и шума в зависимости от ширины входной щели спектрографа.

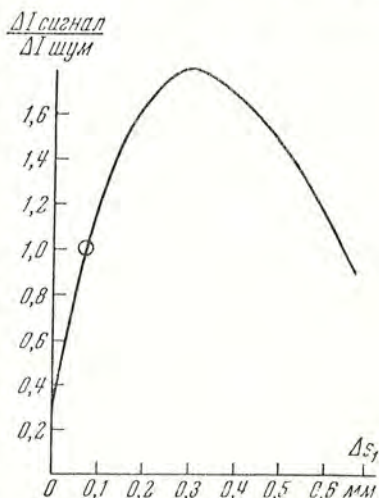
Сплошная линия — изменение полезного сигнала; пунктирная — шума.

магнитографа, θ — угол, определяющий крутизну контура линии поглощения в его прямолинейном участке. Из (2) следует что с увеличением Δs_1 ΔI увеличивается. Однако рост полезного сигнала происходит до определенного предела, а затем он уменьшается с увеличением Δs_1 по той причине, что начинает падать разрешающая сила спектрографа и $\text{tg} \theta$ быстро убывает.

На фиг. 2 представлена кривая изменения ΔI в зависимости от ширины щели, рассчитанная для линии Fe $\lambda 5250 \text{ \AA}$ для спектрографа Крымской астрофизической обсерватории [4] при работе в пятом порядке спектра (линейная дисперсия $5 \text{ мм/\AA}$). По оси абсцисс отложена величина Δs_1 в миллиметрах, по оси ординат ΔI в условных единицах. Как видим, максимальный полезный сигнал имеет место при ширине входной щели спектрографа

$$\Delta s_1 = 0,41 \text{ мм.}$$

Однако с расширением щели растет световой поток и соответственно общий фототок фотомножителей; одновременно растет, как корень квадратный из светового потока, величина их шумов. Возрастание интенсивности шума с раскрытием щели спектрографа представлена на той же фигуре пунктирной линией. Изменение отношения величины полезного сигнала к шуму для используемого спектрографа пред-



Фиг. 3. Зависимость чувствительности магнитографа от ширины щели спектрографа. Кругом отмечено место на кривой, соответствующее чувствительности магнитографа при нормальной ширине щели.

ставлено на фиг. 3. Мы видим, что максимальная чувствительность магнитографа (возможность обнаружить предельно слабые поля), соответствующая наибольшей величине отношения сигнала к шуму, имеет место при ширине входной щели спектрографа

$$\Delta s_1 = 0,30 \text{ мм.}$$

На фиг. 3 кружком отмечено значение отношений сигнала к шуму, соответствующее нормальной ширине щели, равной для нашего спектрографа при работе с решеткой в пятом порядке для λ 5250 Å 0,07 мм.

Таким образом, при расширении входной щели от нормальной ширины до оптимальной при измерении магнитных полей, чувствительность магнитографа возрастает почти в два раза. Все записи магнитного поля, демонстрируемые ниже, были сделаны при оптимальной ширине входной щели, равной 0,30 мм.

§ 2. ЛОКАЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ

Как известно, чувствительность магнитографа, выраженная, например, на диаграммной ленте в миллиметрах на гаусс, зависит от величины светового потока, падающего на ФЭУ. При измерении магнитных полей на поверхности Солнца изменение светового потока, падающего на ФЭУ, происходит от следующих причин: во-первых, от изменения прозрачности атмосферы и изменения зенитного расстояния Солнца, во-вторых, от потемнения к краю диска Солнца и от изменения контура линии при переходе от центра к краю и, в-третьих, от яркости образования (факел, пятно, фотосфера) и от формы контура линий в этих образованиях.

Наш прибор пока не имеет автоматической компенсации за изменение светового потока, падающего на ФЭУ. Поэтому для учета влияния первых причин производилась калибровка чувствительности прибора в начале и в конце записи. При продолжительной записи калибровка производилась более двух раз. Поправка за изменение прозрачности делалась путем интерполяции. Для введения поправки за влияние эффекта потемнения к краю и изменение контура линий при перемещении по диску Солнца мы пользовались графиком, представленным на фиг. 4. На графике по оси абсцисс отложено расстояние от центра диска Солнца, по оси ординат — чувствительность магнитографа. За единицу принята чувствительность магнитографа в центре диска Солнца.

График, представленный на фиг. 4, был получен путем проведения калибровки прибора по лучевым скоростям вращения Солнца на разных расстояниях от центра диска. Этот метод калибровки для центра диска Солнца был описан в статье [1]. Как видно из фиг. 4, при перемещении области записи от центра к краю чувствительность магнитографа падает почти в два раза.

На фиг. 5 представлена карта магнитного поля значительного участка поверхности Солнца, записанная 14 сентября 1957 г. Величина напряженности магнитного поля редуцирована за изменение прозрачности атмосферы со временем, за потемнение к краю и изменение контура линии от центра к краю Солнца. На карте представлено поле двух активных областей в северном и южном полушариях Солнца, когда эти области вышли

из центральной зоны. Здесь же для ориентировки нанесены ядра пятен групп и западный край диска Солнца. Гелиометрическое разрешение этой карты в центре и в восточной части составляет $10 \times 27''$; в западной части — $10 \times 13'',5$. Изогауссы, т. е. линии равной напряженности (точнее, продольной составляющей напряженности магнитного поля), проведены через 1 гс (пунктирные линии) и через 5 гс (сплошные линии). Области зашкаливания прибора при $H > 35$ гс отмечены точками. Нулевая линия поля проведена жирной линией. Светлые области означают южную полярность магнитного поля; темные — северную полярность. Жирная пунктирная линия обозначает экватор Солнца.

Магнитное поле имеет сложную, многосвязную и мультиполярную структуру. Даже группы пятен, классифицируемые как биполярные, как правило, имеют мультиполярную структуру локальных полей. Очаги с сильными локальными полями и с большими градиентами напряженности концентрируются вблизи пятен и преимущественно в области между пятнами. Почти всегда вблизи ведущего пятна, на расстоянии 20—30'', находится область противоположной полярности с напряженностью поля, достигающей нередко несколько сотен гаусс. Магнитный поток, проходящий через отдельные участки локальных полей, имеет величину от 10^{18} до 10^{21} мкс.

Величина же магнитного потока, проходящего через пятна, изменяется в среднем от 10^{20} до 10^{22} мкс. Для сравнения укажем, что по измерениям Бэбкока [3] общий магнитный поток всего Солнца, в период минимума деятельности составляет 10^{22} мкс. В дальнейшем важно установить, являются ли отдельные области с локальными полями пятнами в определенной стадии их развития и какова должна быть напряженность магнитного поля, чтобы пятно стало видимым. Мы еще не получили достаточно большого материала, чтобы судить, как изменяются магнитные поля со временем в разные периоды существования активной области. Изучение этого явления усложняется вследствие изменения проекции напряженности поля на луч зрения, происходящего из-за вращения Солнца.

Хотя изменение вида постоянного поля вследствие вращения может быть рассчитано, но учет его в физически меняющемся поле представляет большие трудности. На основании имеющихся у нас материалов можно считать, что в слабо активных областях, где нет быстрого изменения конфигурации группы, роста или распада отдельных пятен и отсутствуют вспышки, локальные магнитные поля изменяются сравнительно медленно.



Фиг. 4. Изменение чувствительности магнитографа в зависимости от удаления от центра диска Солнца участка его поверхности, где записывается магнитное поле.

На фиг. 6 приведены три карты одного и того же участка поверхности Солнца (выбран наиболее «спокойный» участок), записанные в разное время с интервалом примерно в один час. Как мы видим, величина напряженности одного из участков сильного локального поля, расположенного в центре карты, сохраняет свое значение в течение двух с половиной часов:

в 11 ^h 03 ^m	максимальное поле составляет	54	гс
» 12 ^h 01 ^m	»	»	60 »
» 13 ^h 40 ^m	»	»	63 »

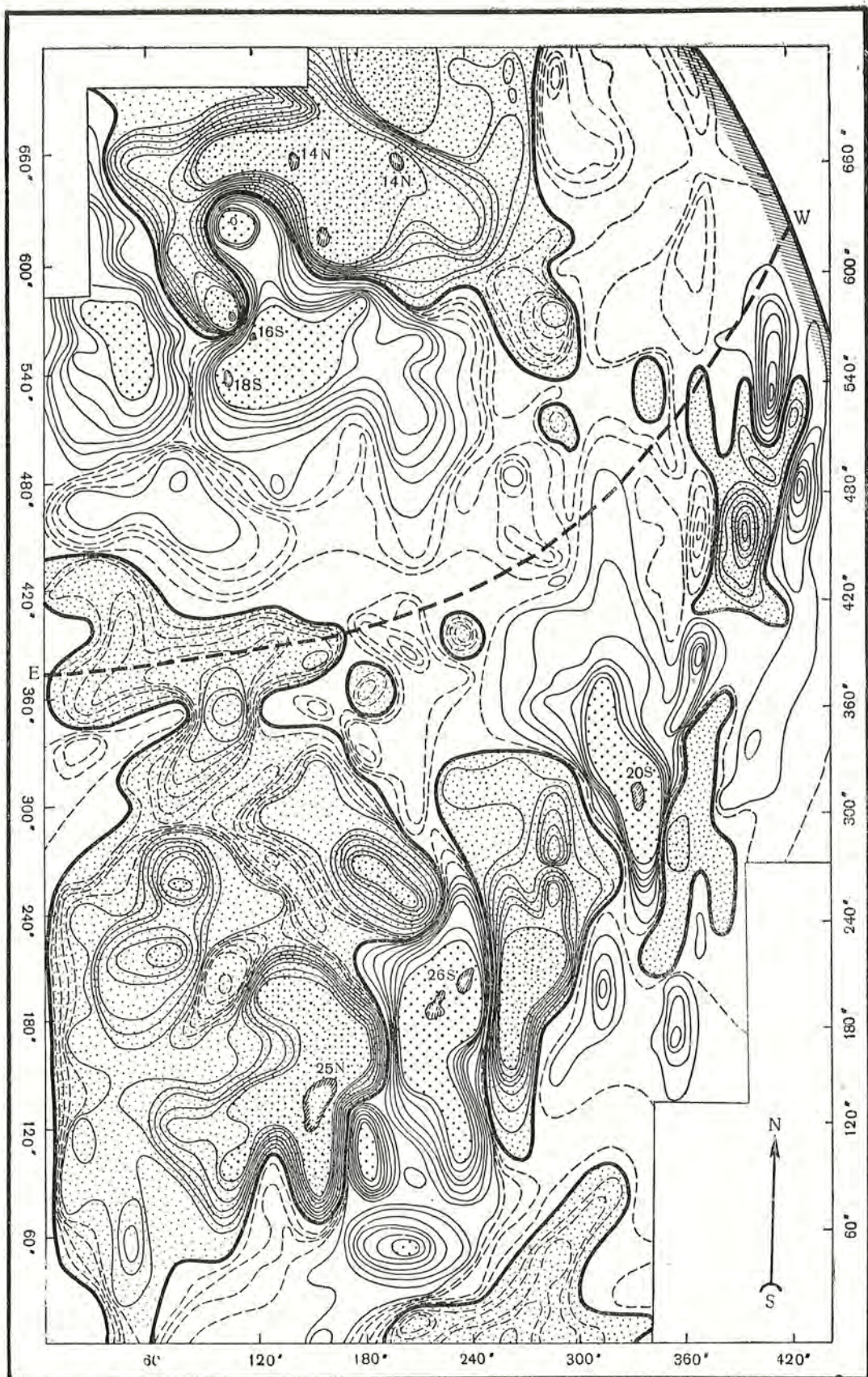
Эти колебания, по-видимому, не реальны. Хотя точность записей равна $\pm 0,1$ гс, но воспроизводимость при повторных записях значительно ниже по той причине, что трудно дважды сделать разрез по одному и тому же месту на поверхности Солнца. Всегда возможны отклонения повторных разрезов на $3''$, что и приведет к ошибке при составлении карт магнитного поля. Однако чем меньше поля, тем меньше ошибка, возникающая от неповторяемости разрезов, так как для малых полей горизонтальный градиент напряженности поля обычно имеет величину порядка 10^{-8} гс/см и меньше. Поэтому те изменения, которые видны на фиг. 6 и происходят в области малых градиентов поля, реальные. На фиг. 6, а мы видим, что в западной части карты имеется значительная область с южной полярностью и с напряженностью от 0 до 3 гс. По истечении часа эта область значительно уменьшилась и разделилась на две малые области. В среднем изменение поля со временем для этой области составляет

$$\frac{\partial H}{\partial t} = 10^{-3} \text{ гс/сек.}$$

Как видно из фиг. 6, в, поле северной полярности распространяется к западу и становится преобладающим.

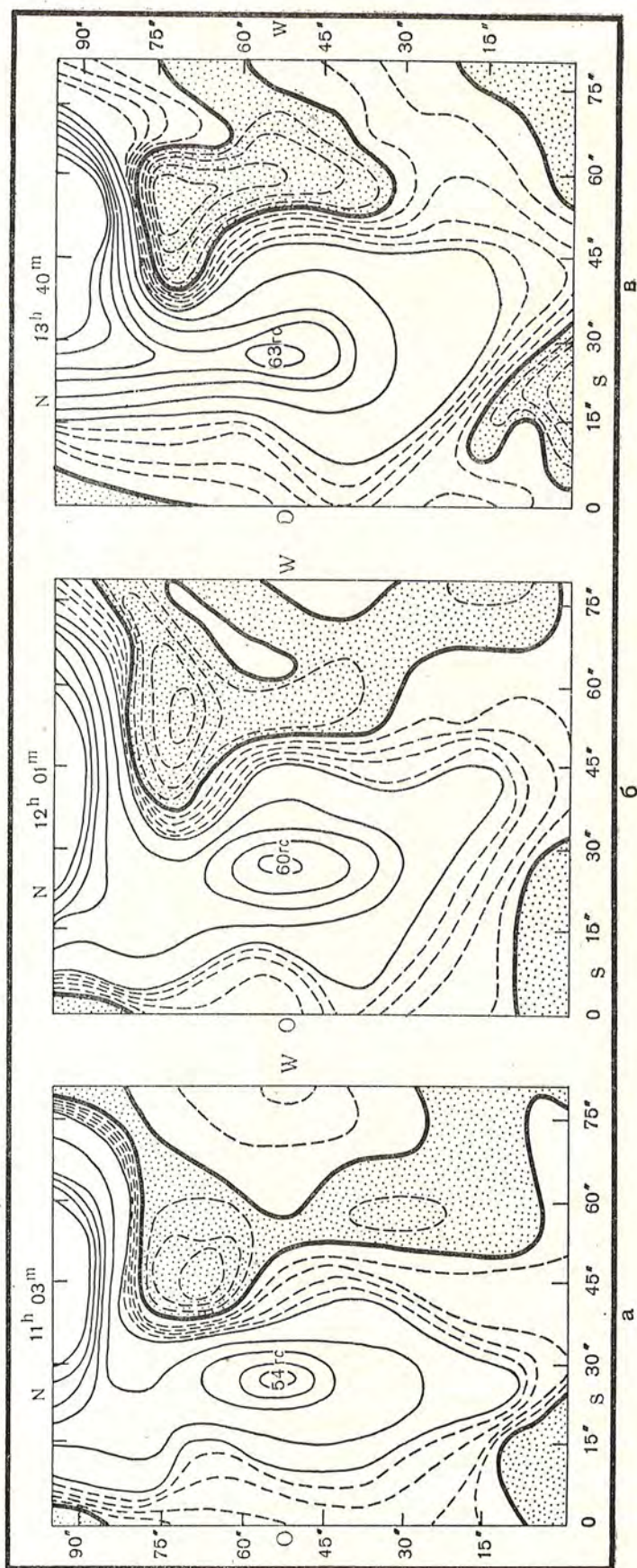
На приведенных картах нулевая линия поля непрерывно меняет свое расположение. Область поля из односвязной превращается в многосвязную и обратно. Характерно ли такое изменение вида поля для всех участков поверхности Солнца, сказать еще трудно. Эта флуктуация слабых полей нами еще недостаточно изучена, но возможно, что это явление связано с полем скоростей на поверхности Солнца.

Может возникнуть вопрос, насколько правильно карта отражает реальное распределение поля в исследуемом участке поверхности Солнца? Как изменится карта, если увеличить гелиометрическое разрешение? На этот вопрос можно ответить так. В области очень слабых полей и малых градиентов карта магнитного поля почти не изменит своего вида и только с большей точностью будут проведены изогауссы. В области же сильных локальных полей и особенно в области между пятнами для некоторых активных групп возможны сильные отклонения в сторону еще большей сложности и многосвязности областей. Примером этого может служить запись поля одного и того же разреза, сделанная с разным гелиометрическим разрешением (см. фиг. 7, а также фиг. 8 статьи [1]). Поэтому ближайшей задачей является запись поля с возможно более высоким гелиометрическим разрешением. Конечно, эта запись должна быть осуще-



Фиг. 5. Карта магнитного поля участка Солнца, занимаемого двумя активными областями.

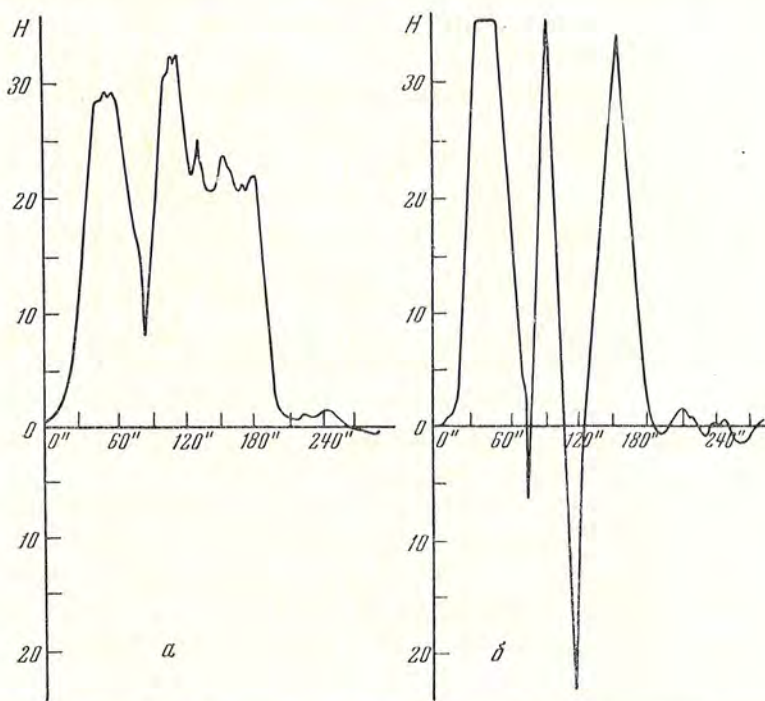
Сплошные линии — изогоуссы, проведенные через 5 гс; пунктирные — через 1 гс; жирная сплошная линия — нулевая линия поля ($H=0$); светлые области — южная полярность; области, покрытые мелкими точками, — северная; жирная пунктирная линия — экватор Солнца; области, покрытые крупными точками, — области зашкаливания приборов ($H > 35$ гс). В областях зашкаливания нарисованы идра пятен с максимальными значениями поля.



Фиг. 6. Изменение поля во времени.

Сплошные линии — изогауссы, проведенные через 10 гс; пунктирные — через 2 гс; светлые области означают поле южной полярности.

ствлена при очень хороших атмосферных условиях. Точно также мы не можем сейчас сказать, какие наибольшие горизонтальные градиенты магнитного поля встречаются на поверхности Солнца, однако за время наблюдений встречались такие области, в которых величина градиента составляла $0,1 \text{ гс/км}$.



Фиг. 7. Записи магнитного поля в области внутри группы, сделанные при разной высоте щели.

a — при $h = 30''$; b — при $h = 5''$.

§ 3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ТОНКАЯ СТРУКТУРА ХРОМОСФЕРЫ В ЛИНИИ H_{α}

Рассмотрим зависимость расположения хромосферных волокон от конфигурации магнитных полей. При этом нужно иметь в виду, что мы будем производить сравнение и находить связь между образованиями и явлениями, расположенными на различных уровнях атмосферы Солнца. Мы будем находить связь образований в хромосфере с магнитным полем, измеряемым на уровне фотосферы.

Прежде всего мы исследуем связь тонкой хромосферной структуры, наблюдаемой в линии H_{α} , с локальными полями. Неоднократно многими авторами высказывалась мысль, что наблюдаемая в H_{α} тонкая структура хромосферы, представляющая упорядоченное расположение малых продолговатых волокон, определяется ориентирующим действием сил магнитного поля [5—7]. Наши наблюдения подтверждают эту точку зрения. При хороших изображениях нами были сняты спектрогелиограммы с изображением Солнца на щели спектрогелиографа, равном 11 см . После этого, спустя некоторое время, но в тот же день, было записано магнитное поле

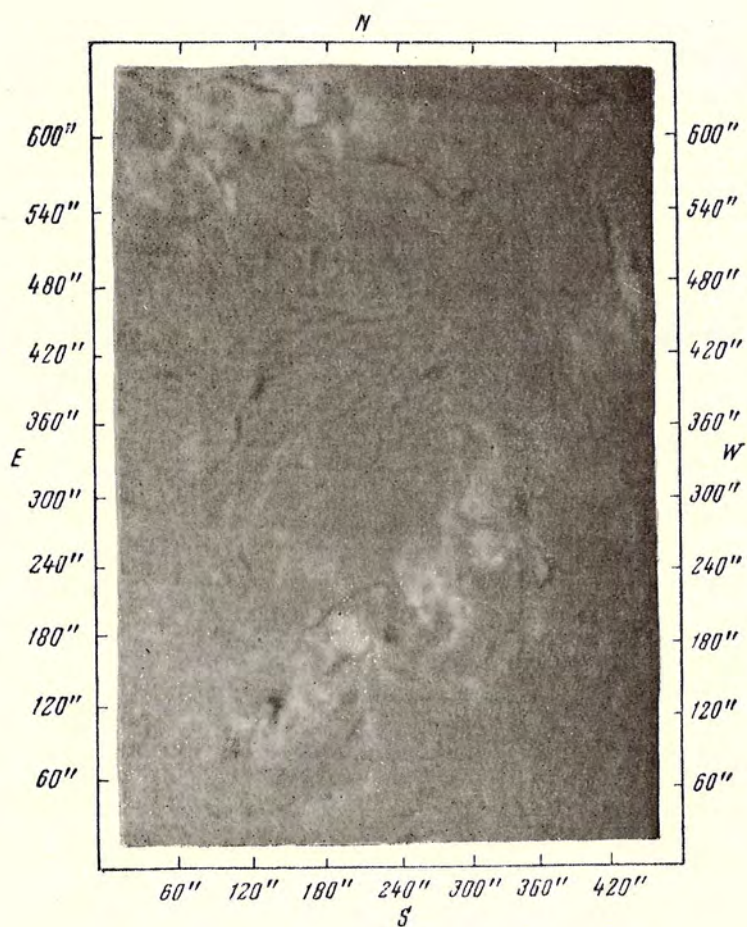
области, где наиболее хорошо была развита хромосферная структура. На фиг. 8 и 10 даны две спектрогелиограммы за 14 и 16 сентября 1957 г., а на фиг. 9 и 11 — карты локальных магнитных полей тех же участков поверхности Солнца с нанесенной на них хромосферной структурой.

Отдельные малые продолговатые волокна, имеющие в поперечнике 2—3", образуют тонкую структуру хромосферы. Совокупность малых волокон, ориентированных вдоль определенных линий, назовем «хромосферным потоком». Прежде всего обращает на себя внимание тот факт, что ориентация отдельных волокон и целых потоков в большинстве случаев нормальна к изогауссам. Исключения представляют области вблизи края Солнца (фиг. 9), где картина сильно искажена проекцией. Очень сложная хромосферная структура в центральной части спектрогелиограммы фиг. 10 еще больше убеждает нас в том, что основной ориентирующей силой является магнитное поле. На первый взгляд хромосферные волокна располагаются совершенно хаотически. Однако фиг. 11 дает объяснение этой сложной структуры. Почти все волокна этой области в непосредственной близости к локальным полям ориентированы нормально к изогауссам, а в промежутках между областями малых полей одинаковой полярности линии потоков принимают искривленную форму.

Хромосферные потоки связывают области разной магнитной полярности. Эта связь отчетливо видна как между магнитными полями пятен, так и между полями пятен и локальными магнитными полями. Хромосферные потоки берут свое начало не только из области сильных магнитных полей — из области пятен, но и из областей слабых локальных полей, напряженность которых составляет 10—30 гс. Особенно отчетливо это видно на фиг. 8 и 9, где разные хромосферные потоки обозначены различными линиями. Наблюдается явление, когда фронт одного хромосферного потока, подойдя к другому, обрывается и продолжение первого хромосферного потока делается невидимым (см. фиг. 11, юго-восточный угол схемы). На фиг. 9 в юго-восточной части схемы мы наблюдаем пересечение разных хромосферных потоков. В этой области расположены близко друг к другу магнитное поле пятна и одинаковой полярности с ним локальное поле. По-видимому, силовые трубки сильного поля разворачиваются и проходят выше над областью локального магнитного поля. В свою очередь локальное магнитное поле, находящееся к северо-востоку от пятна, образует свой хромосферный поток. Наблюдаемые сверху эти потоки кажутся нам пересекающимися. Некоторые мощные хромосферные потоки разветвляются на два и больше хромосферных потока или несколько потоков соединяются в один. Некоторые потоки соединяют пятна в группе и локальные поля, принадлежащие разным полушариям. Особенно эта картина магнитной взаимосвязи между различными полушариями ясно выражена на схеме фиг. 9.

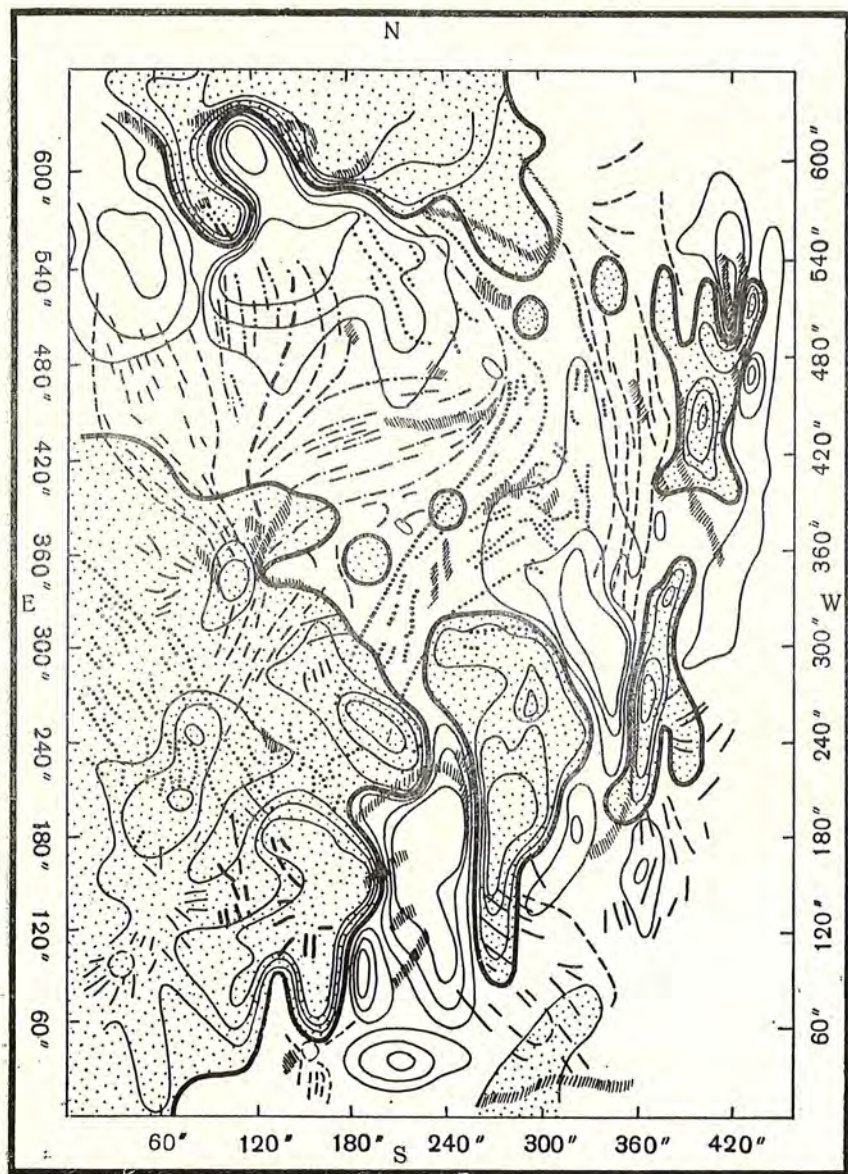
В этом случае длина отдельных потоков, связывающих магнитные поля разных полушарий, доходит до 300 000 км.

Исследование изменения тонкой структуры хромосферы в активных областях, выполненное С. Липпикоттом [18] по кинематографическим снимкам Лию, полученным в 1942 г. при помощи интерференционно-по-



Фиг. 8. Тонкая вихревая структура хромосферы. Хромосферные потоки. Спектрогелиограмма участка Солнца за 14 сентября 1957 г. Центр линии. Ширина пропускания $\Delta\lambda = 0,1 \text{ \AA}$.

ляризационного фильтра, показало, что средняя продолжительность жизни хромосферных волокон составляет 34 мин., однако их общая ориентация, т. е. ориентация «хромосферных» потоков, не изменяется в течение 44 мин. Это, по-видимому, указывает на то, что структура магнитного поля за это время заметно не изменяется. Колебательные движения



Фиг. 9. Схемы магнитных полей, хромосферных потоков и волокон за 14 сентября 1957 г.

вдоль одного и того же направления, подобные тем, которые исследовались А. Б. Северным и В. Л. Хохловой [9] в протуберанцах, также указывают на движение волокон вдоль силовых линий магнитного поля. Различие в полосах пропускания фильтра Лию и полосы пропускания при фотографировании наших спектрогелиограмм не позволяет пока физически

отождествить волоконца, наблюдавшиеся Лио, с тонкой структурой хромосферы, представленной на фиг. 8 и 9, хотя величина их средних размеров примерно совпадает. Повторение исследований изменений и движений объектов, наблюдаемых в центральных частях сильных линий, с одновременной регистрацией локальных магнитных полей крайне желательно, так как это может окончательно решить вопрос о природе хромосферных волокон.

В хромосфере существуют в небольшом числе образования, имеющие вихревую структуру, подобную той, которая имеет место в окрестности пятен. Эти образования видны на фиг. 10 и 11 в юго-восточной и северо-западной частях фотографии и схемы. Одна из этих областей с таким образованием представлена отдельно на фиг. 12. Фотография несколько усилена ретушью для лучшей воспроизводимости в печати. Образование состоит из центральной, круглой формы и более темной части — ядра, окруженного светлой каймой — кольцом, от которого в радиальном направлении с малой кривизной расходятся небольшие темные хромосферные волокна. Это образование напоминает по внешнему виду структуру в области пятна, но уменьшенную в пять-шесть раз. Однако существенное различие между пятном и этим образованием заключается в отсутствии какого-либо локального магнитного поля в области фотосферы под этим образованием. Назовем эти образования хромосферными пятнами.

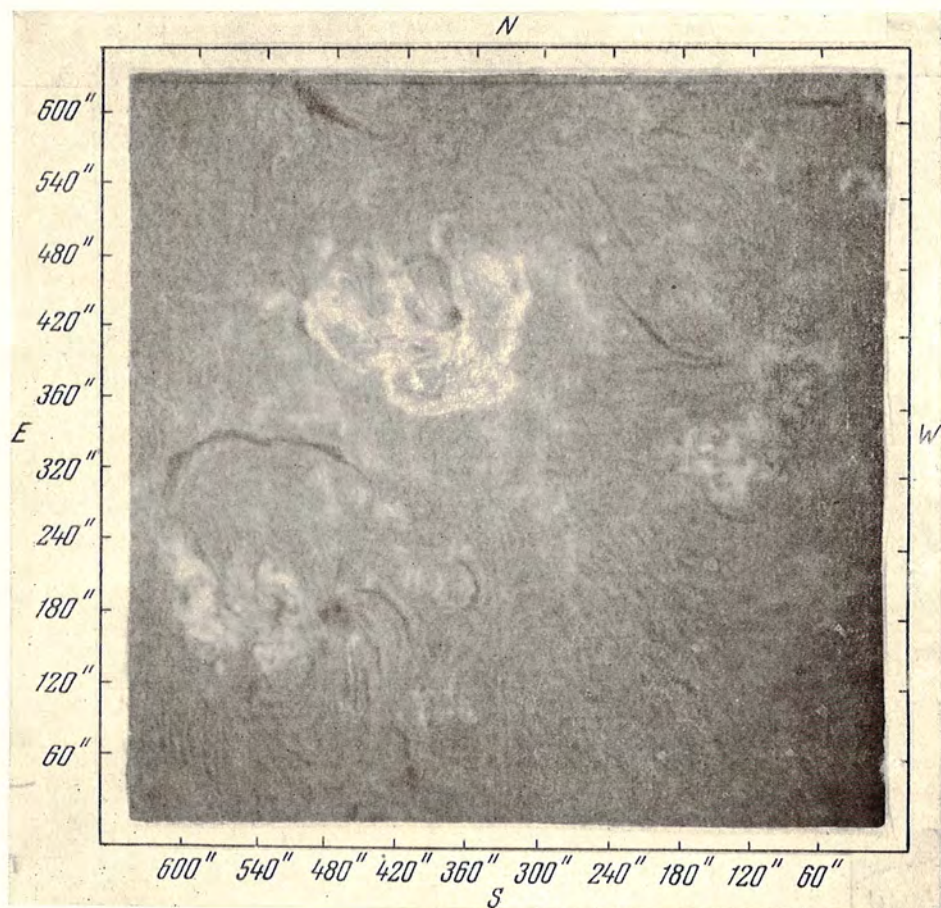
Диаметр ядра хромосферного пятна равен $6-10''$, толщина яркого кольца $2-3''$, и длина расходящихся радиально волокон $15-20''$. Форму траекторий хромосферного потока можно рассчитать, рассмотрев движение вещества под действием магнитных и кориолисовых сил. При этом вблизи магнитного центра магнитная сила будет преобладать. Естественно думать, что направление хромосферных волокон в хромосферном пятне (фиг. 12) определяется локальным магнитным полем в хромосфере. Оценим величину напряженности поля в ядре хромосферного пятна в предположении, что ориентирующей силой волокон является магнитное поле. Для этого используем известный критерий

$$\frac{H^2}{4\pi} > \rho v^2, \quad (3)$$

при выполнении которого силовые линии поля воздействуют на движение хромосферных волокон, ориентируя их в направлении силовых трубок. Так как $\rho \approx 10^{-10} \text{ г/см}^3$, а скорость движения хромосферных волокон $v \approx 10^5 - 5 \cdot 10^5 \text{ см/сек}$, напряженность магнитного поля в области, где теряется хромосферная структура, будет

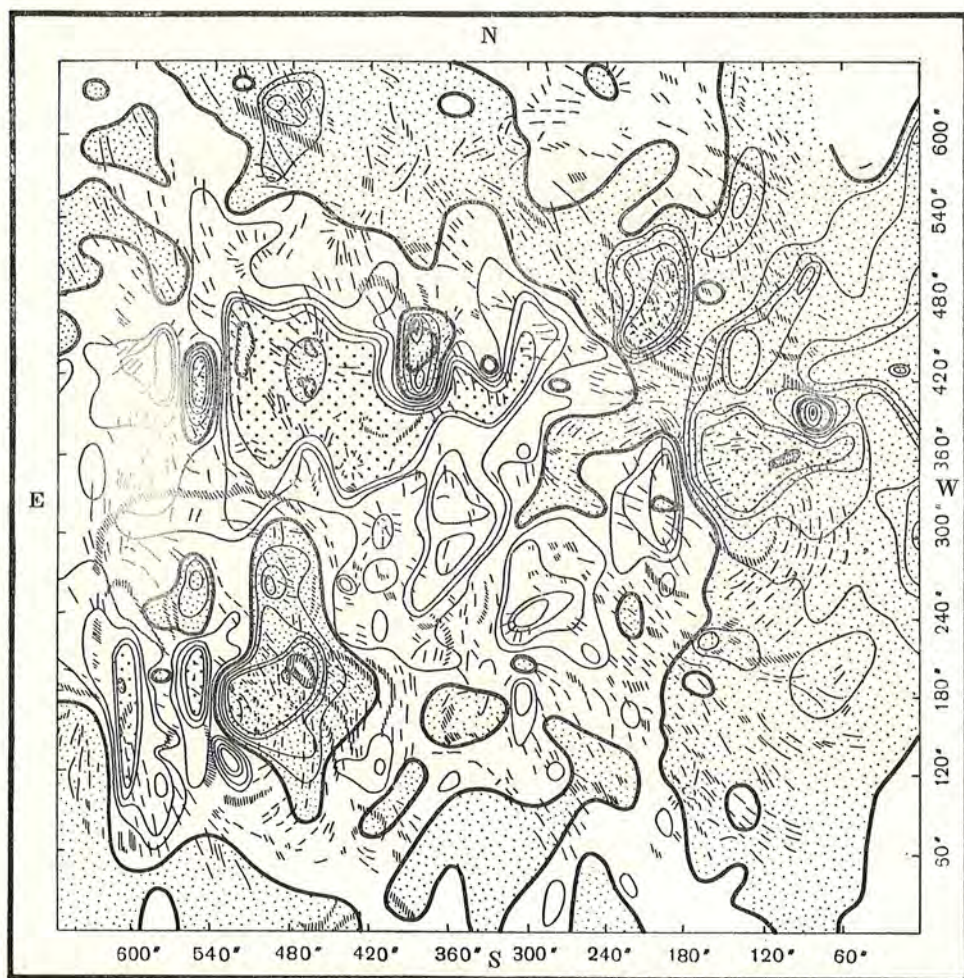
$$H \sim 0,3 - 2 \text{ эс.}$$

Сравнивая величину удаленности от центра хромосферного пятна тех волокон, у которых не проявляется ориентирующее действие поля, и величину радиуса его ядра, можно считать, что в центре ядра напряженность магнитного поля будет в 4—10 раз больше напряженности на периферии вихря.



Фиг. 10. Тонкая вихревая структура хромосферы. Спектрогелиограмма участка Солнца за 16 сентября 1957 г. Центр линии. Ширина пропускания $\Delta\lambda = 0,1 \text{ \AA}$.

Таким образом, по этой приближенной оценке в ядре хромосферного ядра напряженность должна достигать порядка 10 гс. Чувствительность магнитографа при записи карты магнитного поля была высокой и прибор мог бы уверенно зарегистрировать поля в полгаусса. Отсутствие поля в фотосфере позволяет думать о возможности самостоятельного



Фиг. 11. Схема магнитных полей, тонкой хромосферной структуры и волокон за 16 сентября 1957 г.

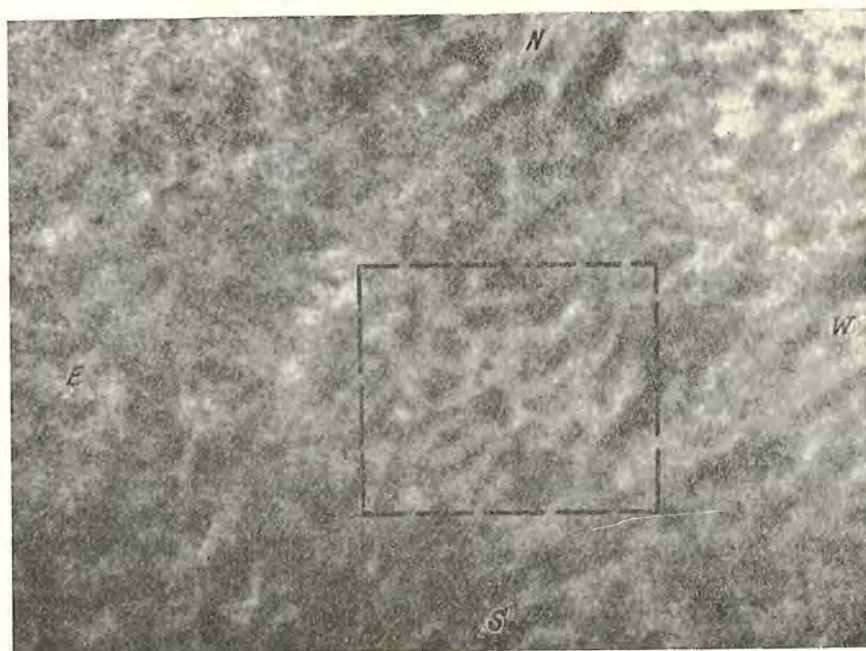
существования магнитных полей в хромосфере независимо от наличия магнитного поля подложки.

Возможен, конечно, и процесс выноса магнитного поля из фотосферы в хромосферу.

В заключение этого параграфа следует отметить, что хромосферные пятна наблюдаются на периферии локальных полей на нулевой линии поля и вблизи этой линии.

§ 4. ЛОКАЛЬНОЕ ПОЛЕ И ВОЛОКНА

Остановимся кратко на вопросе расположения волокон относительно магнитного поля. Наши магнитограммы подтверждают наблюдения Бэбкока [3]. Действительно, некоторые волокна располагаются вдоль нулевых линий поля, где находится край магнитной области, принадлежащий или группе пятен или локальному полю. Другие делят пополам биполярную область, располагаясь по нулевой линии, где имеется большое трансверсальное поле. Эти волокна как бы лежат в вершинах арочной структуры силовых линий биполярной области. Фотографии, представленные



Фиг. 12. Спектрогелиограмма участка поверхности Солнца с хромосферным пятном за 16 сентября 1957 г.

на фиг. 8, 10 и схемы на фиг. 9 и 11 дают некоторые новые данные о расположении волокон. На фиг. 9 и 11 волокна обозначены косой штриховкой. В области сильных магнитных полей — в районе пятен волокна следуют за хромосферной структурой, и их направление совпадает с направлением магнитных силовых линий. Эти волокна иногда направлены перпендикулярно нулевой линии, делящей пополам биполярную область. На фиг. 9 и 8 в южной части карты видим, как волокна проходят от одного пятна к другому, пересекая нулевую линию. На краю Солнца они наблюдаются в виде протуберанца типа солнечных пятен. Чем дальше волокна расположены от сильного магнитного центра, тем они составляют больший угол с направлением хромосферных потоков. Так, на фиг. 9 в северной его части видно, что волокно составляет угол 20° с направлением потока и оно принимает вид зубчиков птичьего пера. И, наконец, иногда волокна концентрируются вблизи малых локальных полей, как это видно на фиг. 9

(см. в восточную часть карты). Это локальное поле особенное. Как мы видим, к нему сходятся три хромосферных потока. По-видимому, это локальное поле является «центром напряжения» протуберанцев. Известно, что если из активных протуберанцев выходят потоки газа, то они входят в фотосферу в определенных местах [9, 10]. Такими местами, куда может входить по определенным траекториям газ протуберанца (волокна), могут быть как солнечные пятна, так и локальные магнитные поля. Взаимодействующие протуберанцы должны находиться над областями локальных магнитных полей с соответственно противоположной полярностью. Это предположение о совпадении «центра притяжения» с локальными полями совершенно естественно. Всегда ли всякое локальное поле может быть «центром притяжения» — ответить пока еще трудно. Для окончательного отождествления «центров притяжения» с локальными полями необходим еще дополнительный материал и, в частности, сопоставление взаимодействующих протуберанцев с картой магнитных полей. Здесь имеются известные трудности в связи с переменностью поля.

Еще раз возвращаясь к вопросу расположения волокон, следует отметить, что те волокна, которые расположены по краям магнитных областей, не обязательно лежат на нулевой линии поля по той причине, что, во-первых, нулевая линия поля, по-видимому, в силу движений в фотосфере, непрерывно и довольно быстро меняет свое положение, как мы убедились в этом в § 2, и, во-вторых, в этих областях имеет место неравенство

$$\frac{H^2}{4\pi} < \rho v^2,$$

и водородные волокна могут не следовать за изменением поля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из материала, рассмотренного в настоящей статье, можно сделать следующие выводы.

1. Часть локальных полей является тем местом, куда сходятся магнитные силовые линии пятна, обладающего избыточным магнитным потоком.

2. Очаги с сильными локальными магнитными полями обычно концентрируются внутри группы в области между ведущим и хвостовым пятнами. Здесь же встречаются наибольшие горизонтальные градиенты локальных полей, величина которых превосходит 10^{-6} гс/см. В области слабых полей горизонтальный градиент магнитного поля составляет 10^{-8} гс/см.

3. Величины магнитных потоков локальных полей разнообразны и изменяются в интервале 10^{18} — 10^{21} макс.

4. Изменение магнитного поля со временем в области нулевых линий на краю магнитных областей для спокойных участков солнечной поверхности составляет 10^{-3} гс/сек. В этих участках нулевая линия поля подвижна.

5. Тонкая хромосферная структура, образующая хромосферные потоки, определяется структурой локальных магнитных полей. Ориенти-

ровка отдельных малых волокон тонкой структуры происходит вдоль направления магнитных силовых линий.

6. Хромосферные потоки связывают области разной магнитной полярности. Связь наблюдается как между полями пятен, так и между пятнами и локальными полями. Хромосферные потоки берут начало не только из области сильных, но и слабых магнитных полей. Порой потоки соединяют пятна разных полушарий, что указывает на магнитную связь между полушариями. Длина хромосферных потоков достигает 300 000 км.

7. Наблюдаются пересечения хромосферных потоков, их многоярусность, что указывает на многоярусную структуру магнитных полей и выход их силовых линий в корону.

8. Наличие вихревых образований в хромосфере — хромосферных пятен при отсутствии локального поля под ними в фотосфере указывает на самостоятельное существование в хромосфере полей порядка 10 гс, не связанных с полем фотосферы. Локальные магнитные поля являются «центрами притяжения» активных протуберанцев.

9. Волокна вблизи сильного поля направлены вдоль силовых линий. С удалением магнитного центра увеличивается угол наклона волокна к линиям хромосферного потока, и на краю магнитной области волокно располагается примерно перпендикулярно силовым линиям. Между двумя очагами сильных магнитных полей волокна иногда располагаются вдоль нулевой линии магнитного поля, делящей биполярную область пополам. Однако встречаются волокна, пересекающие нулевую линию под прямым углом. По-видимому, эти волокна являются выбросами, движущимися вдоль силовых линий магнитного поля.

В заключение выражаю благодарность П. П. Добронравину за ряд ценных замечаний, А. А. Гарунову, И. Н. Кухтиной и А. Е. Балковому за участие в обработке материала и оформлении статьи.

Л и т е р а т у р а

1. Н. С. Никулин, А. Б. Северный и В. Е. Степанов. Изв. Крымской астрофиз. obs., 19, 3, 1958.
2. Н. С. Никулин, А. Б. Северный и В. Е. Степанов. Астр. циркуляр № 183, 9, 1957.
3. H. W. Babcock a. H. D. Babcock. Ap. J., 121, 2, 349, 1955.
4. А. Б. Северный. Изв. Крымской астрофиз. obs., 15, 31, 199, 1955.
5. G. E. Hale. Ap. J., 71, 73, 1930.
6. D'Azambuja. Ann. Obs. Paris-Meudon, 8, 11, 1930.
7. К. О. Кипенхойер. Солнечная активность, Солнце, под редакцией Дж. Койнера, ИЛ, 1957.
8. S. L. Lippincott. C. R. Acad. Sci., 240, № 6, 593—595, 1955. См. РЖА, стр. 402, 1956.
9. А. Б. Северный и В. Л. Хохлова. Изв. Крымской астрофиз. obs., 10, 9, 1953.
10. E. Pettit. Ap. J., 98, 6, 1943.
11. R. S. Richardson. Ap. J., 93, 24, 1941.
12. Е. Я. Перенелкин. Солнце. Курс астрофизики и звездной астрономии под ред. Б. П. Герасимовича, ч. II, 88, ОНТИ, Л.—М., 1936.

О ПОЛЯРИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНОЙ ЭМИССИИ В АКТИВНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ НА СОЛНЦЕ

А. Б. Северный и В. Л. Хохлова

Для 12 наилучших спектрограмм исследовано различие между поляризацией спектра непрерывной эмиссии, возникающей в активных образованиях на Солнце, и инструментальной поляризацией спектра прилегающей невозмущенной атмосферы. Обнаружено, что в 30% случаев это различие далеко выходит за пределы случайных ошибок измерений, указывая тем самым на наличие, временами, поляризации непрерывной эмиссии, возникающей в ядрах факелов и возле развивающихся пятен.

ON THE POLARIZATION OF CONTINUOUS EMISSION IN ACTIVE REGIONS ON THE SUN, by *A. B. Severny* and *V. L. Khokhlova*. — The difference between the polarization of the spectrum of continuous emission in active solar regions and the instrumental polarization of the spectrum of the adjacent undisturbed photosphere has been investigated, using 12 of the best high-dispersion spectrograms. It was found that in 30% of the cases considered this difference exceeds markedly the accidental errors of measurement. This shows that in separate cases there is a polarization of continuous emission, originating in the grains of faculae and in the vicinity of small growing spots.

§ 1. ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ

В недавнем исследовании тонкой структуры эмиссии активных образований на Солнце [1] было отмечено различие между поляризацией спектра в полосках непрерывной эмиссии ядер, возникающих в факелах и возле слабых пятен, и поляризацией спектра соседней невозмущенной фотосферы (инструментальной поляризацией). Подобное различие, согласно предварительным измерениям, выполненным для одного такого ядра, составляло 5—8%.

Недавно авторы получили значительное число (около 50) спектров поляризации для полосок непрерывной эмиссии (н. э.), исследованию которых посвящена настоящая работа.

Примененный метод исследования поляризации — дифференциальный: он основан на сравнении поляризации в пределах узкой полоски непрерывной эмиссии и поляризации в примыкающем к ней спектре невозмущенной фотосферы. В фокальной плоскости спектрографа БСТ (см. его описание в [1] и [2]), непосредственно перед кассетой, помещалась поляроидная мозаика, состоящая из 44 примыкающих друг к другу поляроидных полосок шириной 1 мм с чередующимися, взаимно-перпендику-

лярными направлениями осей затухания*. Мозаика устанавливалась так, чтобы полосы были параллельны спектральным линиям. Так как мозаика закрывала только $\frac{1}{3}$ часть спектра по длине, с обеих сторон получалось обычное изображение спектра (фиг. 1).

Если поляризация спектра непрерывной эмиссии отлична от поляризации соседнего невозмущенного спектра, то, очевидно, это выразится в различии контрастов непрерывной эмиссии в поляроидных полосках со взаимно-перпендикулярными направлениями поляризации, т. е.

$$\delta = \left(\frac{I'}{I_0} \right)_{\parallel} - \left(\frac{I'}{I_0} \right)_{\perp}$$

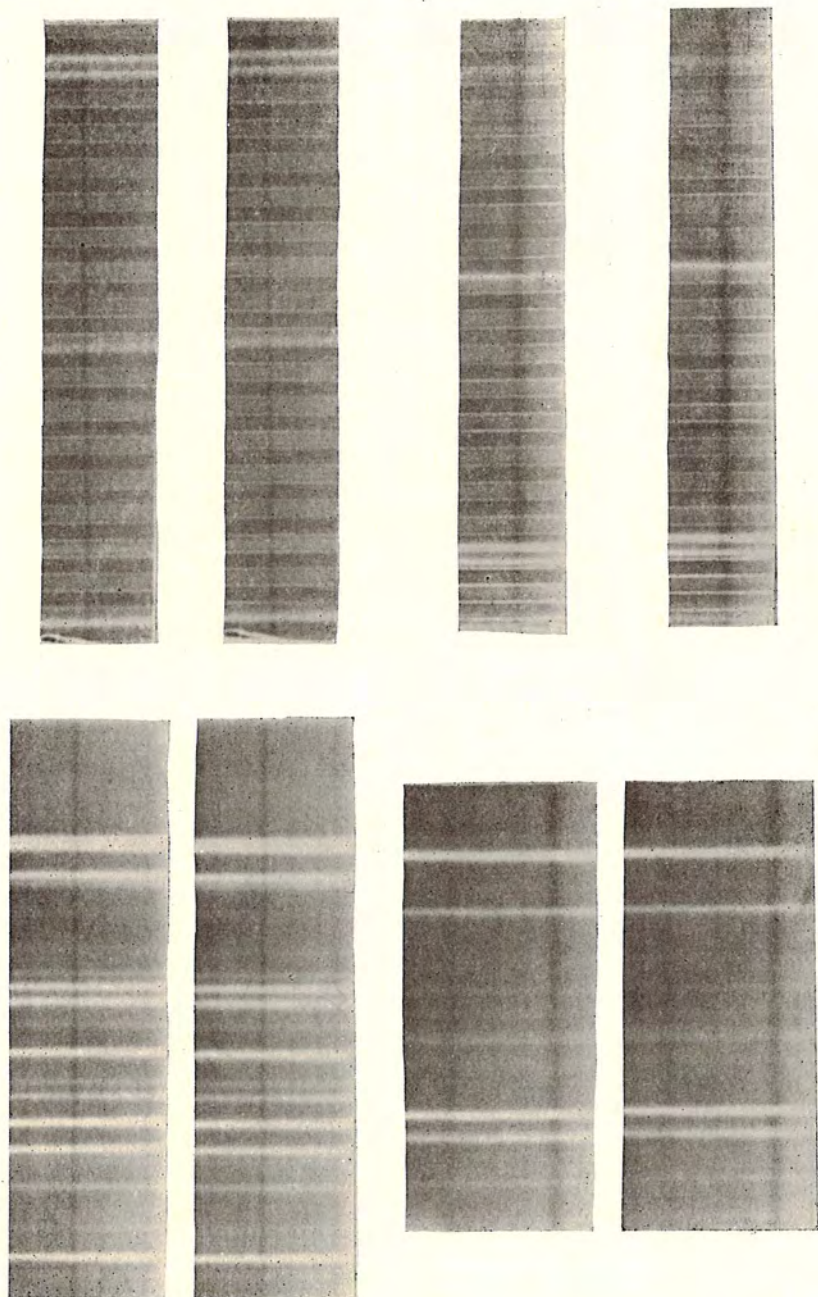
будет отлична от нуля. Здесь I' — интенсивность в пределах полосы н. э., I_0 — в пределах соседнего прилегающего к полоске непрерывного спектра фотосферы. Очевидно, что $I_{0\parallel}$ и $I_{0\perp}$, вообще говоря, отличаются друг от друга вследствие наличия инструментальной поляризации, так что измерения контрастов полосы н. э. в двух взаимно-перпендикулярных направлениях дают не абсолютное значение поляризации, а лишь указывают на отличие поляризации н. э. от поляризации фотосферного излучения. Поскольку фотосферное непрерывное излучение неполяризовано, отличие δ от нуля должно указывать на поляризацию непрерывного излучения в ядрах эмиссии. Переход от этих измерений к абсолютному значению поляризации н. э. требует точного учета инструментальной поляризации, который очень сложен и в этой работе не производился, так как в первую очередь важно выяснить, имеется ли вообще поляризация н. э.

Можно ожидать, что измеряемая величина окажется очень малой. Действительно, если принять представление об ядре, как об оптически тонком образовании, то при контрасте ядра 1,10 излучение собственно ядра составит всего 10% от измеряемой величины I' . Если это излучение поляризовано не полностью, а, предположим, на 50%, то измеряемое I' будет поляризовано всего на 5%. Эта величина может быть еще значительно уменьшена за счет следующих факторов.

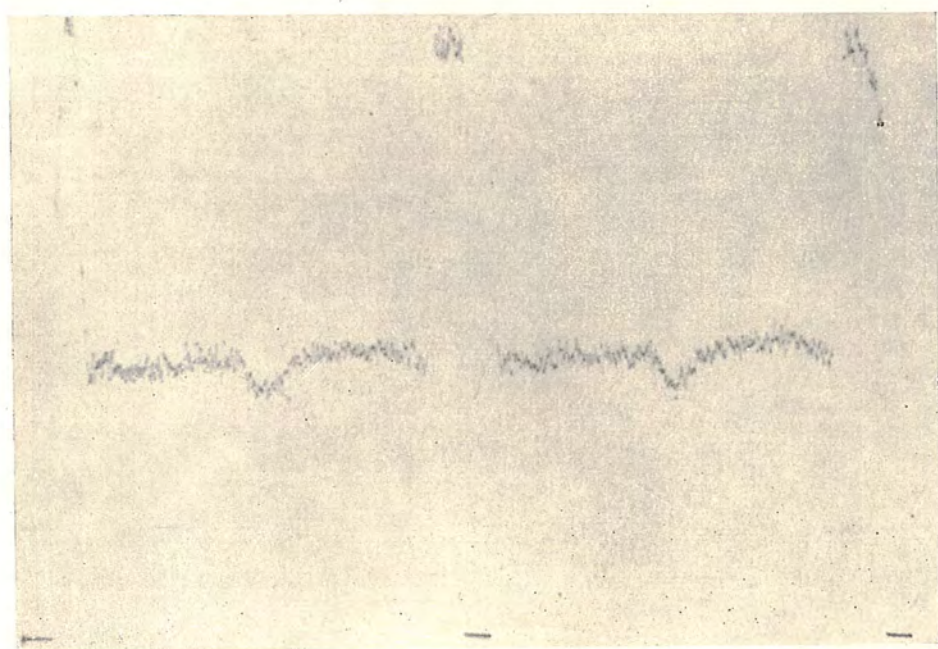
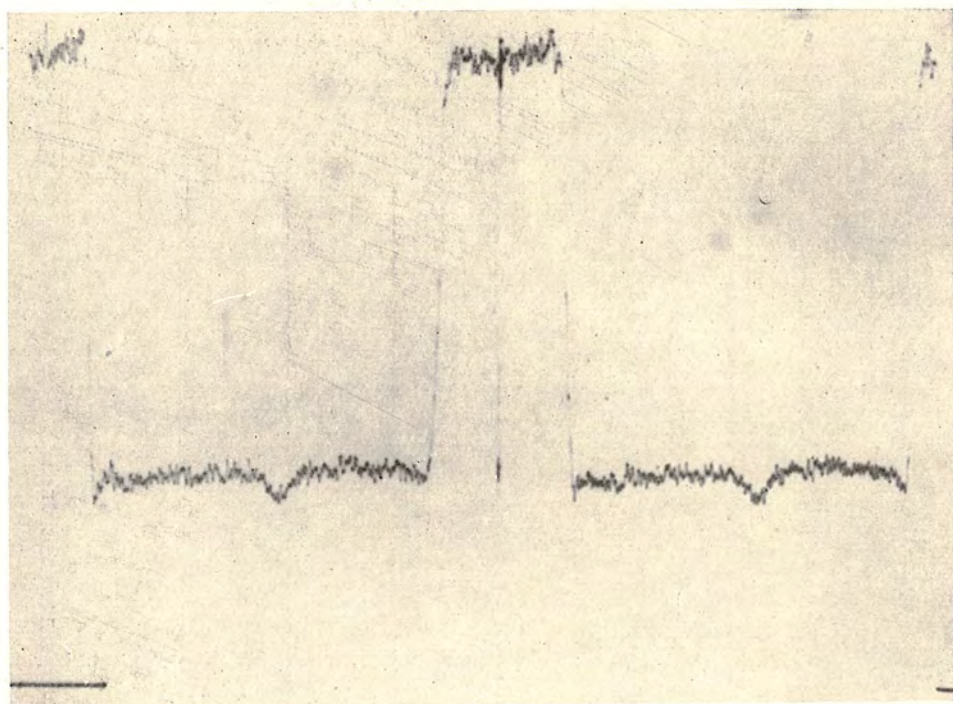
1. Основным источником уменьшения измеряемой величины поляризации являются атмосферные волнения, вызывающие дрожание ядер эмиссии на щели спектрографа, в результате чего излучение ядра н. э. «разбавляется» неполяризованным излучением соседней фотосферы. Так как размер этих ядер в ряде случаев $\leq 0''{,}5$, то требуется отличное качество изображений для получения таких спектров, а дней с такими атмосферными условиями весьма мало.

2. Ядра непрерывной эмиссии почти всегда встречаются «гнездами» — сосредоточенными кучками размером до $10''$ и более, которые при плохой видимости и волнении не разрешаются на отдельные ядра н. э., а выглядят с л и т н о и дают широкую полосу н. э. Фактически же такие по-

* Авторы благодарны В. Е. Степанову за изготовление этой мозаики.



Фиг. 4. Примеры спектрограмм, снятых с поляроидной мозаикой.



Фиг. 2. Пример фотограмм непрерывной эмиссии в поляроидных полосках с взаимно-перпендикулярными направлениями поляризации (разрезы перпендикулярно дисперсии).

лоски образованы блендой нескольких полосок н. э. и находящихся между ними полосок неполяризованного фотосферного излучения, причем каждая из полосок н. э. может иметь, вообще говоря, свое направление поляризации. Блендирование полосок с различным направлением поляризации и полосок неполяризованного излучения приводит к уменьшению измеряемого эффекта поляризации. Для уменьшения вредного влияния дрожания щель спектрографа бралась шириной в 3—4 нормальных, что сокращало время экспозиции. Однако это могло вредно сказаться в тех случаях, когда ядра очень малы, так как две нормальные щели составляют $0'',4$ при изображении Солнца 220 мм.

3. Уменьшение измеряемой величины поляризации может происходить также при неблагоприятной ориентации плоскости инструментальной поляризации к плоскости поляризации излучения ядра н. э. (например, когда эти плоскости перпендикулярны). По изложенным выше причинам мы не делали попыток произвести теоретический учет эффекта дрожания (см., например, [3]) — подобный учет едва ли может улучшить дело при наших дифференциальных измерениях.

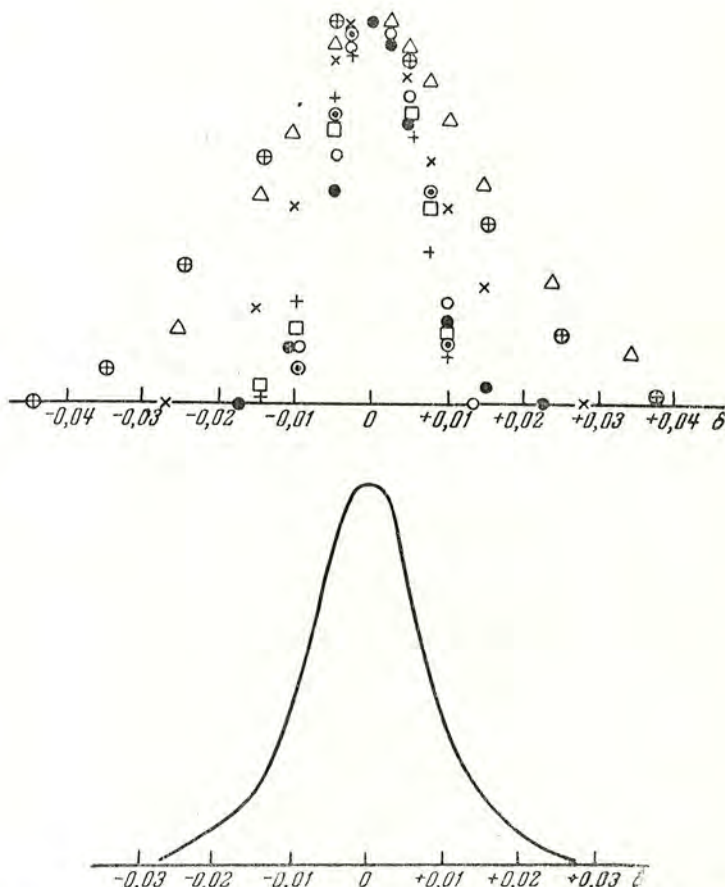
Из 50 полученных спектров были обработаны 12, полученных при наиболее хороших атмосферных условиях. Был выбран участок спектра вблизи линии H_{β} (λ 4861 Å), сравнительно свободный от линий поглощения, который фотографировался на пластинках Ilford HP 3 с экспозициями 1—3 сек. Фотометрические разрезы делались вдоль поляроидных полосок, т. е. перпендикулярно дисперсии. На фиг. 2 приведен пример двух фотограмм, сделанных таким образом для двух смежных полосок со взаимно-перпендикулярными направлениями поляризации. Такой способ, в отличие от фотометрирования вдоль дисперсии, позволял более уверенно измерить интенсивность I' в полоске н. э., а также I_0 в соседней невозмущенной фотосфере, исключить дефекты мозаики и изменение яркости по высоте спектра. Для большей надежности обработка проводилась в две руки, независимо обоими авторами.

Случайные ошибки при измерениях могут возникнуть вследствие неоднородности в пропускании поляроидных пленок как в пределах отдельной поляроидной полоски, так и от полоски к полоске, а также всяких загрязнений на мозаике (пылинки и пр.); последние, однако, ввиду близости мозаики к фокальной плоскости хорошо заметны и могут быть исключены без особого труда.

Обычно можно было отобрать не более 12 или 14 пар полосок, свободных от дефектов, для определения величины δ . Мы не усредняли все значения контрастов для каждого из двух направлений осей поляроидов, а брали разность δ только для соседних пар полосок, чтобы исключить какой-либо систематический ход вдоль дисперсии, если он существовал. Затем для каждого ядра н. э. мы строили распределение измеренных величин δ . Для некоторых ядер было получено по два и больше спектров, однако ошибки в гидировке и сравнительная кратковременность существования ядер н. э. могут сделать результаты измерений для одного и того же ядра несравнимыми.

§ 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего было построено 12 распределений частот для 12 наиболее надежных случаев (лучшего качества спектров). Из них в восьми случаях было получено симметричное относительно $\delta = 0$ распределение типа нормального, а в четырех случаях заметно отличающееся от нормального распре-



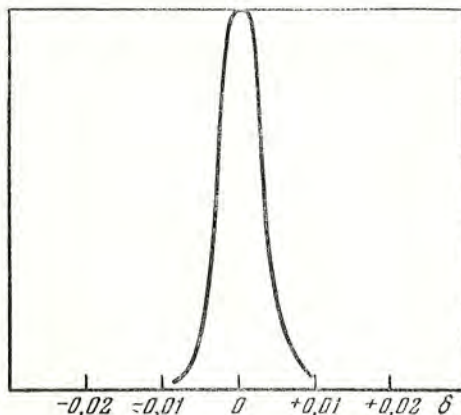
Фиг. 3. Случай симметричного распределения частот измеренной величины δ .

Наверху — отдельные распределения; темные кружки — ядро 1837, сп. 1 (25 определений); светлые кружки — ядро 1837, сп. 4 (25); прямые крестики — ядро 1838, сп. 3 (18); косые крестики — ядро 1838, сп. 5 (24); треугольники — ядро 1842, сп. 3 (15); квадраты — ядро 2228, сп. 2 (25); кружки с точкой — ядро 2228, сп. 3 (25); кружки с крестиками — ядро 1843, сп. 1 (21); внизу — среднее нормальное распределение величин δ .

деление ошибок измерений. На фиг. 3 представлены симметричные распределения частот величины δ для этих восьми случаев: наверху для каждого случая в отдельности, а внизу — среднее распределение. Всего в построение среднего симметричного распределения вошло свыше 160 независимых определений величины δ . Следует отметить, что полуширина этих кривых распределения меняется от случая к случаю (например, 1843 спектр 1 и 1837, спектр 1). Это связано с наличием указанных в § 1 случайных ошибок, а главным образом, с действием эффекта дрожания. Последний приводит к размазанному и несколько неопределенному контуру

полоски н. э., что вызывает увеличение ошибки при определении δ . Просмотр спектрограмм показывает, что дисперсия нормального распределения тем больше, чем хуже качество изображения.

Поскольку в построение средней кривой входили случаи различного качества изображений, то естественно принять это распределение за нормальное распределение ошибок измерения величины δ для фактических ядер н. э. Чтобы убедиться в том, что эти ошибки не связаны с фотометрической процедурой, а вызваны указанными выше причинами, мы получили ряд спектров искусственной полоски н. э., используя щель спектрографа с небольшой (около 0,05 мм) выбоинкой прямоугольной формы. Спектры этой искусственной полоски были обработаны таким же образом и показали во всех случаях совершенно симметричные распределения значений δ около нуля. Средняя кривая, полученная по 140 независимым определениям, приведена на фиг. 4; дисперсия для нее в два с небольшим раза меньше, чем в случае естественной полоски. Поскольку у искусственной полоски края совершенно резкие, а измеренный контраст (1, 13) практически такой же, как у полосок н. э., это различие дисперсий вызвано неуверенностью определения δ для естественных полосок н. э. по указанным в § 1 причинам.



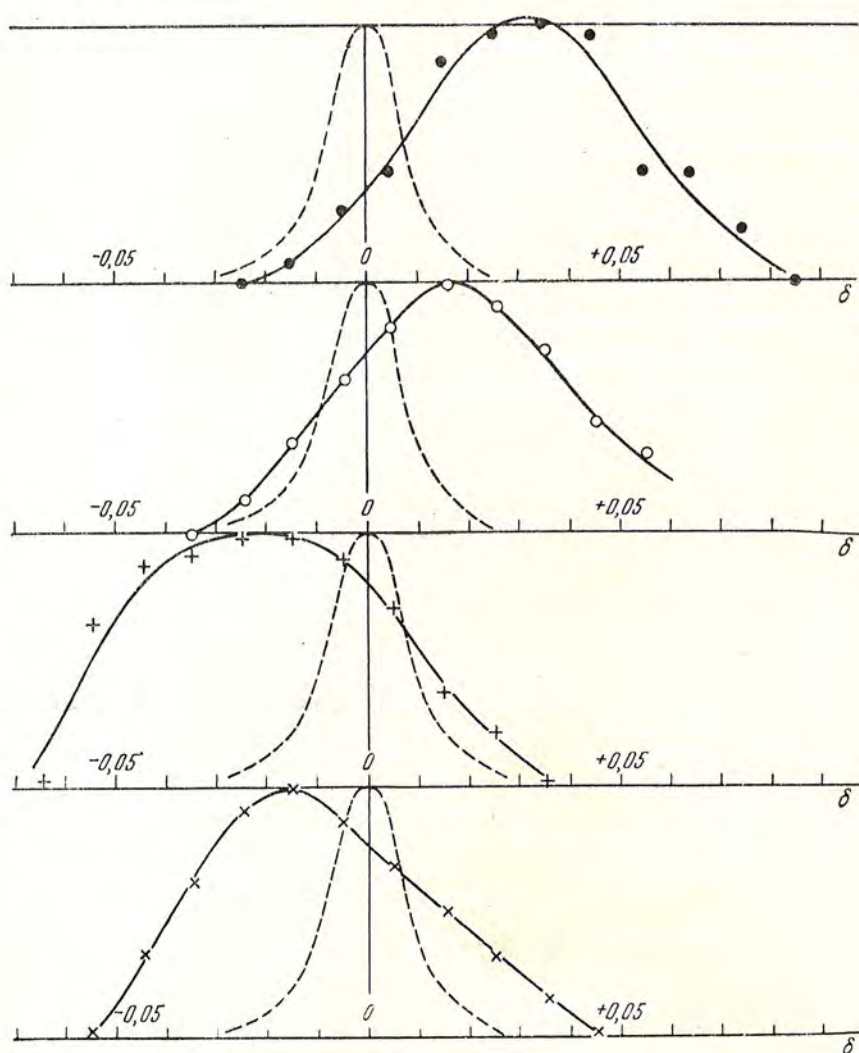
Фиг. 4. Средняя кривая частот измеренной величины δ для искусственной полоски непрерывной эмиссии.

Особый интерес представляют случаи, когда кривые распределения смещены относительно $\delta = 0$. Они приведены на фиг. 5. Мы видим, что эти распределения не только отличаются от нормального при $\delta = 0$, но и выходят за пределы отдельных случайных отклонений в нормальном распределении (см. фиг. 3). Для проверки этих результатов мы пересмотрели спектрограммы в указанных на фиг. 5 случаях и отобрали для них по 5—8 парных полосок, безупречных с фотометрической точки зрения, и провели их обработку. Эта обработка дала средние значения, близкие к тем, которые показывают распределения на фиг. 5. Например, для ядер 1840 и 1843 получены значения:

№ ядра	δ по избранным полоскам	δ по кривой распределения
1843, сп. 3	+0,016	+0,03
1840, сп. 3	+0,012	+0,015

которые практически совпадают с полученными по распределению частот. Таким образом, в 30% рассмотренных нами случаев (фиг. 5) имеется

указание на отличие поляризации полосок н. э. от поляризации соседней фотосферы, достигающее 5%. Фактически в силу указанных в § 1 причин поляризация в полосках н. э. должна быть заметно больше. Однако все же следует иметь в виду, что рассмотренный нами эффект нахо-



Фиг. 5. Случаи отклонения от нормального распределения частот измеренной величины δ .

Пунктир — среднее нормальное распределение (перенесенное с фиг. 3); темные кружки — ядро 1843, сп. 3 (14 определений); светлые кружки — ядро 1840, сп. 3 (27); прямые крестики — ядро а, сп. 2 (22); косые крестики — ядро а, сп. 3 (18).

дится на грани обнаружения: необходимо не только увеличение числа наблюдений при отличном качестве изображений, но и применение более чувствительного метода обнаружения поляризации, что будет предпринято в дальнейшей работе. То обстоятельство, что поляризация обнаруживается лишь в отдельных случаях, связано не только с различием ориентации плоскостей поляризации н. э. и инструмента друг относительно друга, но, в основном, — с физическим механизмом

образования н. э. Если, например, н. э. создается при движении релятивистских электронов в упорядоченном магнитном поле (возле пятен), то появление эффекта поляризации будет зависеть от угла между направлением магнитного поля и лучом зрения. Если эмиссия создается тормозным излучением пучка электронов, то дело будет обстоять несколько иначе [4]. Далее, если поляризованное излучение возникает в значительной толще газа при наличии в ней магнитного поля, то магнитное вращение плоскости поляризации в этой толще может сделать выходящее излучение практически неполяризованным, и т. д. Но безотносительно к конкретному механизму, наличие эффекта поляризации н. э. должно указывать на ее тепловое происхождение, так как предположение о рассеянии на возможных электронных конденсациях противоречит наблюдаемому распределению энергии в спектре ядер н. э. и данным об электронной плотности, как показано в [1].

В заключение считаем своим долгом принести благодарность Е. И. Лиморенко за помощь в обработке спектров.

Октябрь 1957 г.

Л и т е р а т у р а

1. А. Б. Северный. Изв. Крымской астрофиз. обс., 17, 129, 1957.
 2. А. Б. Северный. Изв. Крымской астрофиз. обс., 15, 31, 1955.
 3. Т. В. Крат. Изв. ГАО, 19, вып. 5, 1954.
 4. В. Гайтлер. Квантовая теория излучения. Гостехиздат, 1940, стр. 178.
-

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ЛИНИЙ ИНФРАКРАСНОГО ТРИПЛЕТА ИОНИЗОВАННОГО КАЛЬЦИЯ $\lambda\lambda$ 8498, 8542, 8662 ВО ФЛОККУЛАХ.ЧАСТЬ II. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРНЫЕ СВОЙСТВА ЛИНИЙ
ИНФРАКРАСНОГО ТРИПЛЕТА В СПЕКТРЕ ФЛОККУЛОВ
И ПЯТЕН

Э. Р. Мустель и Т. Т. Цап

В работе обсуждаются общие характерные свойства инфракрасного триплета в спектрах флоккулов и пятен. Спектры флоккулов получены на Башенном солнечном телескопе обсерватории, дисперсия $0.35 \text{ \AA/мм}$. Фотометрическое изучение спектрограмм показывает, что в спектрах всех достаточно ярких флоккулов наблюдаются яркие обращения IR_2 , подобные ярким обращениям H_2 и K_2 , а также темные линии IR_3 , подобные линиям H_3 и K_3 (см. фиг. 1). Яркие обращения IR_2 с темными линиями IR_3 оказываются обычно несимметричными. Чаще всего яркое обращение IR_2 смещено в сторону меньших длин по отношению к нормальному положению, а поглощение IR_3 смещено в сторону больших длин волн по отношению к этой эмиссии. То же самое наблюдается, как известно, и для линий H_2 и K_2 , H_3 и K_3 . Обсужден вопрос о происхождении линий IR_3 .

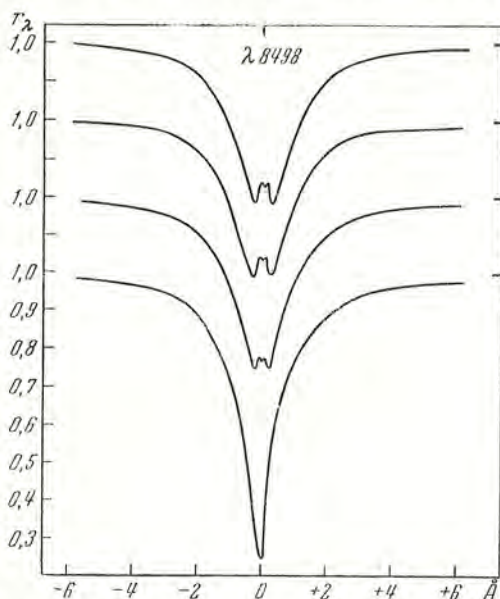
В заключение статьи проведено предварительное обсуждение спектров солнечных пятен в области ИК-триплета. Дисперсия $1.6 \text{ \AA/мм}$. Фотометрические разрезы указывают на наличие в спектрах солнечных пятен одиночной яркой эмиссии IR_2 (см. фиг. 3) и при этом в ряде случаев смещенной. Одиночное излучение такого же типа наблюдается и в линиях H_2 и K_2 спектров солнечных пятен.

THE SPECTROPHOTOMETRY OF THE INFRARED LINES OF IONIZED CALCIUM $\lambda\lambda$ 8498, 8542, 8662 IN FLOCCULI. Part II. The general characteristic properties of infrared lines in the spectra of flocculi and spots, by E. R. Mustel and T. T. Tsap. — The general characteristic properties of the infrared triplet in the spectra of flocculi and spots are discussed. The spectra of flocculi were taken with the solar tower telescope of the observatory, with a dispersion of $0.35 \text{ \AA/mm}$. The photometric study of the spectrograms showed that bright reversals IR_2 , similar to the bright reversals H_2 and K_2 , and also dark lines IR_3 , similar to the lines H_3 and K_3 , are observed in the spectra of all sufficiently bright flocculi (fig. 1). The bright reversals IR_2 with the dark lines IR_3 are usually nonsymmetric. More often the bright reversal IR_2 is displaced towards shorter wavelengths, relative to its normal position, and the absorption IR_3 is displaced towards longer wavelengths, relative to this emission. As it is known, this is also observed for the lines H_2 and K_2 , H_3 and K_3 . The problem of the origin of the IR_3 lines is discussed.

In conclusion a preliminary discussion is given of the spectra of sunspots in the infrared triplet region. The dispersion is $1.6 \text{ \AA/mm}$. Photometric tracings show that in the spectra of sunspots there is a single bright emission IR_2 (fig. 3), which is displaced in several cases. Single emission of this type is also observed in the lines H_2 and K_2 of sunspot spectra.

В предыдущей работе авторов [1] был изучен вопрос о наличии самопоглощения в избыточной эмиссии, излучаемой центральными частями линий инфракрасного триплета (составного дублета) спектра флоккулов, причем было сделано заключение о том, что такое самопоглощение присутствует и является достаточно большим. Эти результаты основывались на спектрах, полученных с дисперсией $1,60 \text{ \AA/мм}$. Настоящая работа основана на спектрах флоккулов, снятых с дисперсией $0,35 \text{ \AA/мм}$. Результаты, относящиеся к пятнам, основаны в настоящей работе преимущественно на спектрах, полученных с дисперсией $1,6 \text{ \AA/мм}$. Все исследованные спектры получены на Башенном солнечном телескопе обсерватории.

Уже в предыдущей работе [1] отмечалось, что в центральных частях линий спектров многих флоккулов наблюдаются эмиссионные выступы, наподобие выступов H_2 и K_2 в линиях H и K Ca II. Однако относительно небольшая дисперсия не позволила получить достаточно уверенные выводы о характере этой эмиссии. Материал, использованный в настоящей работе (спектрограммы с дисперсией $0,35 \text{ \AA/мм}$), дает возможность сделать заключение о том, что эмиссионные выступы, подобные линиям H_2 и K_2 , наблюдаются в спектрах практически всех достаточно ярких флоккулов. Более того,



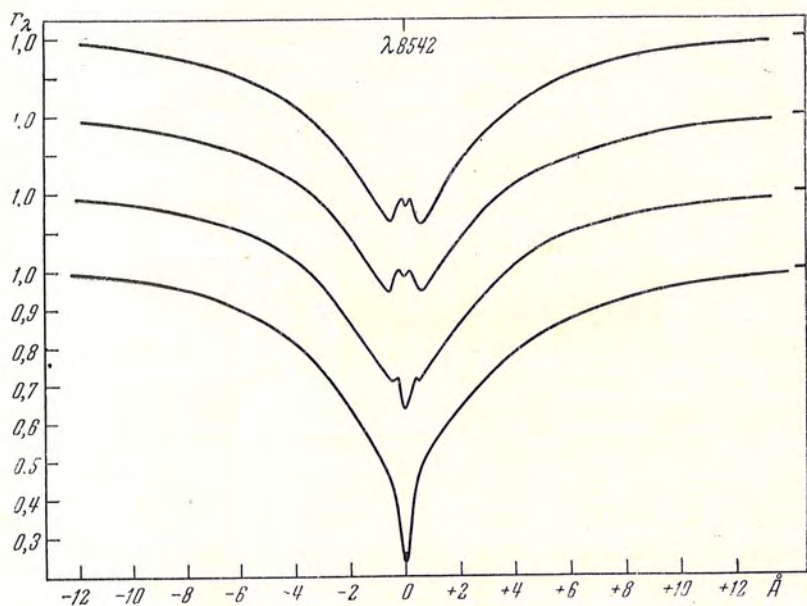
Фиг. 1а. Контуры инфракрасной линии $\lambda 8498$ для флоккула и соседних невозмущенных частей диска.

оказывается, что в большинстве случаев эмиссионные выступы (обращения), которые мы будем означать символом IR_2 , содержат в своих центральных частях провалы, темные линии IR_3 , подобные линиям H_3 и K_3 . На фиг. 1 мы приводим контуры всех трех линий $\lambda\lambda 8498, 8542$ и 8662 для трех разрезов спектра флоккула (для трех точек флоккула). Внизу на фиг. 1а, 1б и 1в приведен контур соответствующей линии поглощения для соседних с флоккулом невозмущенных частей солнечного диска.

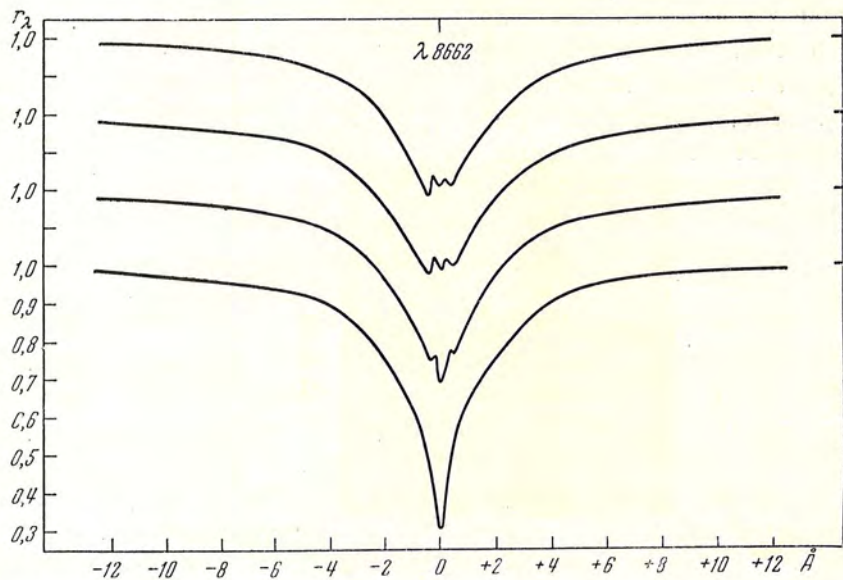
Контуры, приведенные на этих фигурах, несколько сглажены — отдельные мелкие линии поглощения (бленды), накладывающиеся на крылья основных линий поглощения триплета, на них не нанесены.

На фиг. 1а, 1б и 1в хорошо видны указанные выше яркие обращения IR_2 и в их центре темные линии IR_3 . В качестве иллюстрации мы приводим также репродукцию спектра флоккула в линиях ИК-триплета (фиг. 2).

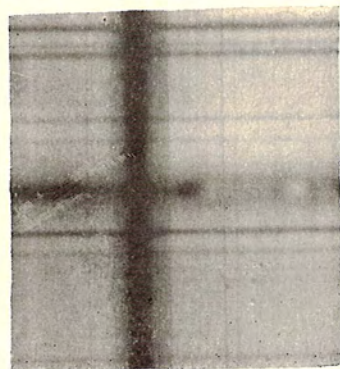
Осмотр обращений IR_2 и центральных поглощений IR_3 на фиг. 1, а также на фотометрических разрезах спектров других флоккулов приводит к выводу, что яркое обращение IR_2 совместно с поглощением IR_3



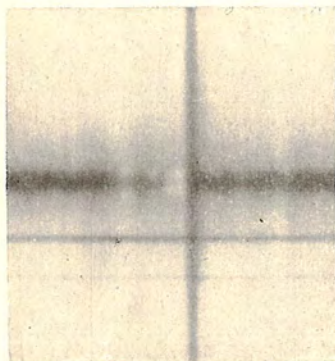
Фиг. 16. Контуры инфракрасной линии λ 8542 для флоккула и соседних невозмущенных частей диска.



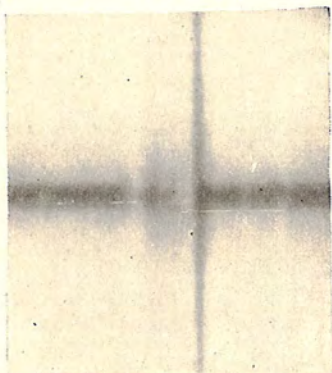
Фиг. 1в. Контуры инфракрасной линии λ 8662 для флоккула и соседних невозмущенных частей диска.



λ 8498



λ 8542



λ 8662

Фиг. 2. Репродукции спектрограмм в области линий λ 8498, 8542, 8662 Са II для флюккулов.

является обычно несимметричным образованием. В большинстве случаев эту асимметрию можно объяснить смещением линий IR_2 в сторону меньших длин волн по сравнению с нормальной длиной волны и одновременным смещением линий IR_3 в сторону больших длин волн по сравнению с центральным положением линий IR_2 . Иначе говоря, газы, образующие в хромосфере яркое обращение IR_2 , поднимаются, а более верхние слои флоккула движутся по отношению к этим излучающим газам вниз*.

Поскольку мы не определяли положение линий IR_3 по отношению к абсолютному стандарту (например, по отношению к впечатанным в спектр линиям железной дуги и др.), то мы не можем на основании нашего материала сказать, смещена ли линия IR_3 в фиолетовую сторону по отношению к нормальному положению или нет. Однако здесь можно сказать следующее. Тот же результат о характере асимметрии яркого обращения в спектре флоккула был установлен в 1911 г. Сент Джоном [2] по линиям H_2 , K_2 , H_3 , K_3 . При этом оказалось, что во флоккулах линия K_2 , так же как у нас линии IR_2 , указывает на восходящее движение излучающих газов, а линия K_3 указывает на нисходящее движение газа. Исходя из этого факта и из сходного характера линий IR_2+IR_3 и K_2+K_3 можно заключить, что и по линии IR_3 мы должны ожидать во флоккулах нисходящего движения газов по отношению ко всей атмосфере.

Наличие линий IR_3 внутри ярких обращений IR_2 может быть объяснено так же, как и наличие линий K_3 , H_3 внутри ярких линий K_2 и H_2 , а именно, имеются основания считать [3], что во флоккулах (и в нижних слоях невозмущенной хромосферы) кинетическая температура газов убывает наружу. Правда, Миамото [4] указал на другую возможность — на процессы некогерентного рассеяния, которые могут также вести к появлению центральных поглощений K_3 , H_3 , IR_3 . Однако один из авторов настоящей статьи указал [5], что гипотеза Миамото встречается с целым рядом трудностей. К этим трудностям следует добавить еще одну трудность, указанную В. Л. Хохловой [6], а именно: то, что линии H_3 и K_3 смещены по отношению к линиям H_2 и K_2 , говорит о независимости процессов поглощения (происходящих в верхних частях флоккулов) и излучения (исходящего из нижних частей флоккулов). Этого не следует ожидать, если считать, что единственной причиной возникновения линий H_3 и K_3 являются процессы некогерентности. Взаимное смещение линий IR_2 и IR_3 (для всех трех линий триплета) подтверждает сказанное.

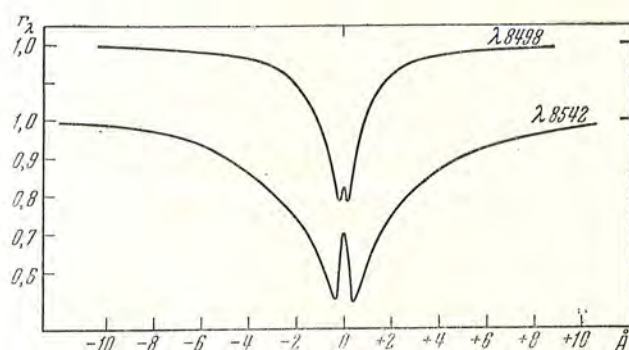
В работе [5] указывалось, что хотя происхождение линий H_3 и K_3 (а следовательно, и линий IR_3) связано с убыванием температуры во флоккуле наружу, тем не менее процессы некогерентности должны играть очень большую роль в создании достаточно заметной интенсивности внутри ярких линий H_2 и K_2 , а возможно IR_2 . То, что хромосферные газы во флоккулах находятся в движении и это движение происходит с заметным градиентом скоростей, еще больше увеличивает вероятность выхода квантов из флоккулов внутри линий H_2 , K_2 и IR_2 . Между линиями H_2 и K_2 , с одной

* В центральных частях линии λ 8662 имеется бленда. Поэтому данные о смещении линий IR_2 в этом случае несколько неопределенны.

стороны, и между обращениями IR_2 — с другой, имеется и другое общее свойство — ширина линии IR_2 растет при переходе от центра диска к краю. То же самое имеет место и для линий К и Н. По-видимому, общность в характере H_2 - и K_2 - линий и линий ИК-триплета обусловлена тем, что между первыми и вторыми осуществляется тесная взаимосвязь (interlocking). Эта взаимосвязь обусловлена тем, что верхние уровни у линий К и Н и у линий ИК-триплета — общие. Этот вопрос исследовался Миамото [7].

В связи со всем изложенным следует подчеркнуть, что даже с дисперсией $0,35 \text{ \AA/мм}$ построение яркого обращения IR_2 в линиях ИК-триплета и поглощения IR_3 связано часто с фотометрическими ошибками и поэтому количественных характеристик линий IR_2 и IR_3 мы пока, до изучения более полного материала, не дали.

Приближенные оценки ширины линий IR_2 могут быть сделаны на основании фиг. 1а, 1б и 1в.



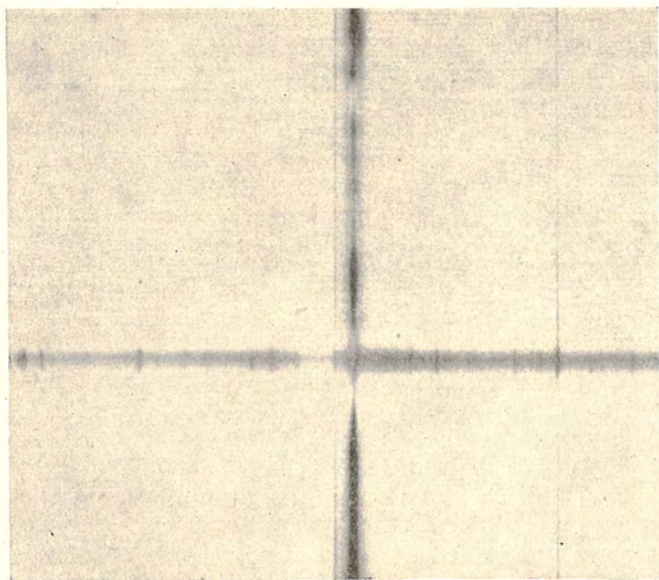
Фиг. 3. Контуры инфракрасных линий $\lambda\lambda$ 8498, 8542 для пятна.

В заключение статьи мы приводим некоторые предварительные сведения о характере яркого обращения внутри ИК-линий в спектре солнечных пятен. Как известно, в спектрах достаточно больших солнечных пятен линии H_2 и K_2 сужены, а линии H_3 и K_3 отсутствуют, так что линии H_2 и K_2 являются одиночными. Представляет интерес изучить этот вопрос и для линий ИК-триплета, ибо объяснение самого факта сужения линий в спектре пятна представляет большой интерес и связано, по-видимому, с эффектом Эвершеда (см. [5]).

Те предварительные данные, которыми мы располагаем и которые основаны на спектрах, полученных с дисперсией $1,6 \text{ \AA/мм}$, свидетельствуют о том, что и для линий ИК-триплета в спектре пятна яркое обращение является одиночным.

В качестве иллюстрации мы на фиг. 3 даем фотометрический разрез спектра пятна в области линий $\lambda\lambda$ 8498 и 8542, а на фиг. 4 приводим репродукцию спектра пятна в области линии λ 8542.

Таким образом, и в солнечных пятнах яркие линии ИК-триплета имеют характер, сходный с тем, что мы имеем для Н- и К-линий. Однако заключения о более тонких деталях можно будет сделать лишь на основании спектрограмм, полученных с большой дисперсией.



λ 8542

Фиг. 4. Репродукция спектрограмм области λ 8542 для пятна.

На основании уже полученных спектров пятен (с дисперсией $1,6 \text{ \AA/мм}$) создается впечатление, что в некоторых случаях центральная IR_2 -эмиссия смещена по отношению к нормальному положению. По-видимому, в этих случаях мы имеем дело с движущимися излучающими газами над пятнами. Дальнейшее изучение этого вопроса представляет большой интерес. Кроме того, представляет интерес тот факт, что абсолютное значение центральной интенсивности в ИК-линиях спектра пятна меньше, чем абсолютное значение центральной интенсивности в тех же линиях спектра соседней, невозмущенной, поверхности Солнца. Дальнейшее изучение этого вопроса позволит подойти к выяснению механизма излучения в линиях ИК-триплета спектра пятна.

Авторы выражают благодарность наблюдателям Башенного солнечного телескопа обсерватории за использованные в этой работе спектры.

Л и т е р а т у р а

1. Э. Р. Мустель и Т. Т. Цап. Изв. Крымской астрофиз. обс., 16, 67, 1956.
 2. E. St. John. Ap. J., 34, 431, 1911.
 3. Э. Р. Мустель. Изв. Крымской астрофиз. обс., 9, 25, 1952.
 4. S. Miyamoto. Zs. f. Ap., 31, 282, 1953.
 5. Э. Р. Мустель. Изв. Крымской астрофиз. обс., 13, 96, 1955.
 6. В. Л. Хохлова. В печати.
 7. S. Miyamoto. Publ. Astron. Soc. Japan, 6, 207, 1954.
-

КОНТУРЫ ЛИНИЙ H и K Ca II В СПЕКТРЕ ВСПЫШКИ

Т. В. Казачевская

Исследованы контуры линий H и K Ca II в спектрах вспышки балла 2 20 октября 1955 г., полученных на спектрографе БСТ при дисперсии $0,5 \text{ \AA/мм}$.

Показано, что крылья эмиссионных линий H и K Ca II в спектре вспышки расширены благодаря затуханию вследствие излучения, в соответствии с результатами [3]. Сравнение теории и наблюдений представлено на фиг. 3. Отмечено очень большое самопоглощение в центральных частях линий.

Определено число атомов кальция в основном состоянии $4^2S_{1/2}$ ($N_1 = 10^{17}$) и число атомов в состояниях $4^2P_{1/2}$ и $4^2P_{3/2}$: оно оказалось соответственно равным $1,43 \cdot 10^{14}$ и $0,7 \cdot 10^{14}$.

PROFILES OF H AND K Ca II IN THE FLARE SPECTRUM, by T. V. Kazachevskaya.—The profiles of H and K Ca II were investigated in the spectra of a flare of class 2. The spectra were photographed on October 20, 1955 with the solar tower telescope and a dispersion of $0.5 \text{ \AA/mm}$.

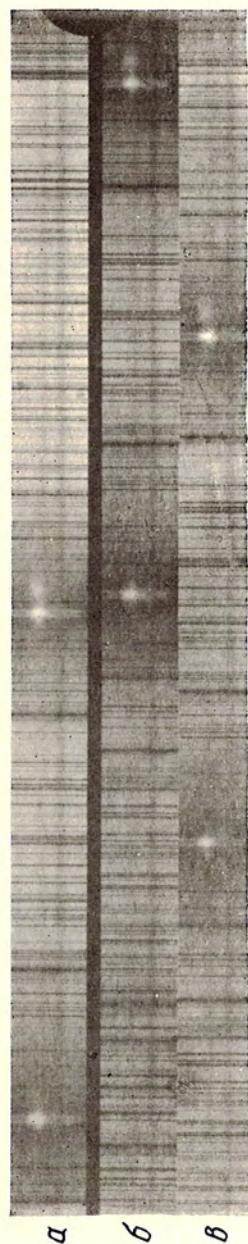
It is shown that the wings of the emission lines H and K Ca II in the flare spectrum are broadened as a result of radiation damping in accordance with [3]. Theory and observations are compared in fig. 3. A very strong self-absorption in the central parts of the lines is noted.

The number of calcium atoms in the ground state $4^2S_{1/2}$ ($N_1 = 10^{17}$) and the number of atoms in the states $4^2P_{1/2}$ and $4^2P_{3/2}$ were derived. These were found to be equal to 1.43×10^{14} and 0.7×10^{14} respectively.

Исследуемые линии H и K Ca II хромосферной вспышки балла 2 20 октября 1955 г. были получены на спектрографе БСТ [1] в третьем порядке дифракционной решетки при дисперсии $0,5 \text{ \AA/см}$. Использовались пластинки Ilford HP 3; одновременно со спектрами вспышки впечатывался ступенчатый ослабитель. Время экспозиций спектра вспышки 1—5 сек. Водородный спектр этой вспышки исследован в [2].

Спектрограммы фотометрировались на саморегистрирующем микрофотомере МФ-4. На каждой из них было сделано по три-четыре разреза: через два места вспышки (фиг. 1) и один-два разреза соседней невозмущенной фотосферы.

Для уверенного проведения непрерывного спектра и построения далеких крыльев последовательно фотографировались в центре пластинки: линия K ($3933,7 \text{ \AA}$), линия H ($3968,5 \text{ \AA}$) и область $3950 \text{ \AA}$ между H и K (фиг. 1, а, б, в). Перекрытие спектров позволяло связать их и привязать



Фиг. 1. Спектры хромосферной вспышки 20 июня 1955 г.

a — в центре пластины линия H Ca II ($3968,5 \text{ \AA}$); *б* — в центре пластины линия K Ca II ($3933,7 \text{ \AA}$); *в* — в центре пластины область $3950 \text{ \AA}$.

к непрерывному спектру. По этим трем спектрам строился один общий средний контур линии К и линии Н (как и в [2], совмещение проводилось по слабым опорным линиям в крыльях). На фиг. 2 представлен средний контур линии К Са II; отдельные точки принадлежат трем различным спектрам.

Затем были получены средние контуры по всем трем спектрам для каждого места вспышки (фиг. 3), а также средние невозмущенные контуры.

Из бленды линий Н и Н_ε (в красном крыле линии Н) вычиталось синее крыло линии Н. Это давало контур Н_ε; осредненная остаточная интенсивность синего крыла Н_ε вычиталась из крыла линии Н, что давало (в первом приближении) исправленное за блендирование красное крыло линии Н. В окончательном контуре принималось среднее значение интенсивности из синего и красного (исправленного) крыльев линии Н.

Эмиссионное обращение в центре линий Н и К Са II данной вспышки характеризуется сравнительно небольшой (по сравнению с водородной) шириной (эмиссионные крылья К и Н продолжают примерно до 2 Å) и относительно высокой центральной интенсивностью. Эта особенность хромосферных вспышек исследовалась в [3]. Там же показано, что эмиссионные крылья обусловлены затуханием вследствие излучения, и указано на большую роль самопоглощения в центральных частях этих линий.

В настоящей работе также принят механизм расширения крыльев этих линий за счет затухания вследствие излучения. Теоретические контуры строились аналогично [3] и [2].

Интенсивность излучения, выходящего из вспышки, может быть представлена в виде

$$I_{\lambda} = P_{\lambda} (1 - e^{-\tau_{\lambda}}) + I_{\lambda}^e e^{-\tau_{\lambda}}, \quad (4)$$

где $I_{\lambda}^e e^{-\tau_{\lambda}}$ — интенсивность ниже расположенной «подложки», ослабленная в отношении $e^{-\tau_{\lambda}}$ при прохождении через вспышку, P_{λ} — собственная эмиссия вспышки, а $\tau_{\lambda} = N_1 s_{\lambda}$. Здесь N_1 — число атомов в состоянии $4^2S_{1/2}$ в столбе 1 см^2 вспышки, а s_{λ} — коэффициент поглощения, определяемый эффектом Доплера совместно с затуханием вследствие излучения. Коэффициент поглощения вычислялся по обычной формуле [4, 5]:

$$\frac{s_{\lambda}}{s_{\lambda_0}} = e^{-v^2} - \frac{a}{\sqrt{\pi}} [1 - 2vF(v)]; \quad v = \frac{\lambda - \lambda_0}{\Delta\lambda_D},$$

где $\Delta\lambda_D$ — доплерова ширина, $a = \frac{\gamma_{ik}}{\Delta\omega_D} \left(\Delta\omega_D = 2\pi c \frac{\Delta\lambda_D}{\lambda_0^2} \right)$, а γ_{ik} — постоянная затухания для перехода ik . Функция $1 - 2vF(v)$ табулирована в [5].

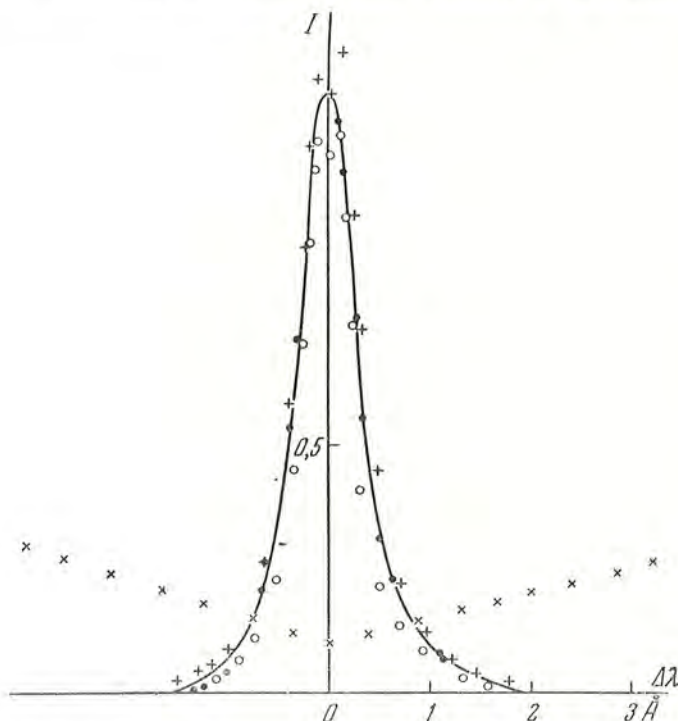
Доплеровская ширина $\Delta\lambda_D$ определяется тепловыми и турбулентными движениями атомов:

$$\Delta\lambda_D = \frac{\lambda_0}{c} \sqrt{\frac{2kT}{\mu} + v_t^2}.$$

При вычислениях мы приняли $\Delta\lambda_D = 0,0266 \text{ \AA}$, что соответствует

$$T_{kin} = 10\,000^\circ \text{ и } v_t = 0.$$

Как известно, изменение T_{kin} мало влияет на изменение $\Delta\lambda_D$. Кроме того, вообще ошибка в $\Delta\lambda_D$ мало сказывается на поведении крыльев. В самом деле: самопоглощение в центральной части линии очень велико, значение же $\Delta\lambda_D$ существенно только в центральной части



Фиг. 2. Средний контур линии К (сплошная линия), полученный по трем спектрам.

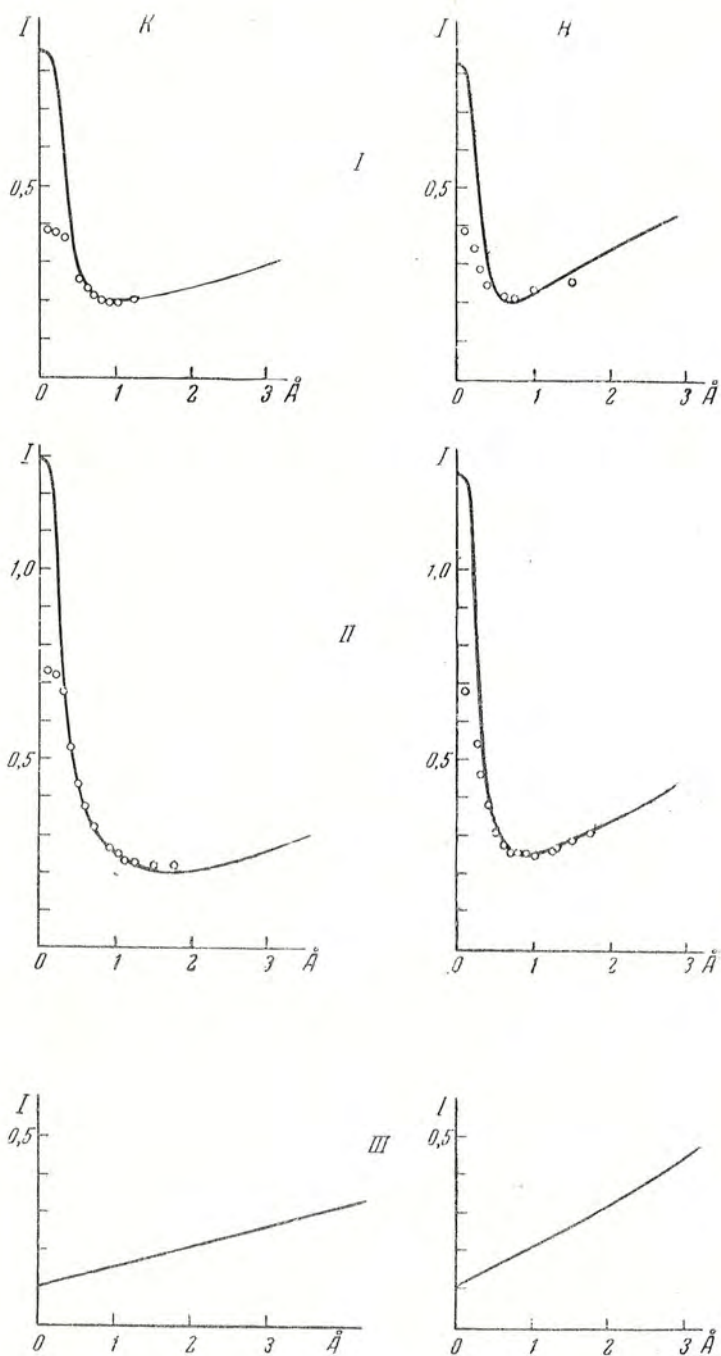
Точки — спектр 1; кружки — спектр 2; плюсы — спектр 3; крестики — контур соседней невозмущенной фотосферы.

линии и уже на расстоянии $\Delta\lambda = 0,2 \text{ \AA}$ от центра линии, как показывает расчет, выбор $\Delta\lambda_D$ практически существенной роли не играет.

Все дальнейшие исследования и сравнения теории и наблюдений относятся только к крыльям, где $\Delta\lambda \geq 0,2 \text{ \AA}$.

Теоретические контуры строились методом последовательных приближений. Задавая некоторую температуру для принятого механизма расширения, можно подсчитать коэффициент поглощения s_λ . Беря несколько значений N_1 для числа атомов в основном состоянии, можно вычислить τ_λ . С помощью этих τ_λ и взятых из наблюдаемых контуров величин I_λ и I_λ^c можно найти P_λ ,

$$P_\lambda = \frac{I_\lambda - I_\lambda^c e^{-\tau_\lambda}}{1 - e^{-\tau_\lambda}}.$$



Фиг. 3. Средние контуры линий К и Н Са II во вспышке.
 I, II — два измеренных участка вспышки; III — средний контур невозмущенной фотосферы; кружки — теоретический контур при $N_1 = 10^{17}$.

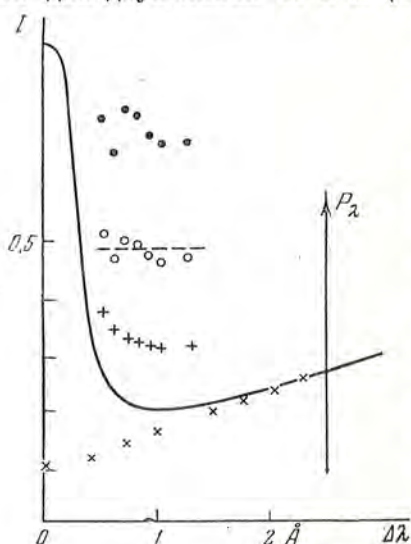
Если значения P_λ , вычисленные для различных точек контура крыла, меняются мало, то можно взять среднее значение $\bar{P}_\lambda$ для всего крыла и построить теоретический контур согласно [1].

Таким образом определяется N_1 число атомов кальция в основном состоянии $4^2S_{1/2}$.

На фиг. 4 для линии К Ca II показан ход P_λ для значений N_1 , равных $5 \cdot 10^{16}$, 10^{17} , $5 \cdot 10^{17}$.

Теоретические контуры при $N_1 = 10^{17}$ приведены на фиг. 3 (кружки). Различие в крыльях для $\Delta\lambda > 0,5 \text{ \AA}$ не превышает $1-3\%$.

В результате сопоставления теоретических и наблюдаемых контуров для двух линий Н и К (начинающихся с одного общего уровня)



Фиг. 4. Зависимость P_λ от N_1 для линии К.

Точки — значения P_λ при $N_1 = 5 \cdot 10^{16}$; кружки — $N_1 = 10^{17}$; плюсы — $N_1 = 5 \cdot 10^{17}$; крестики — невозмущенный контур; сплошная линия — средний контур.

и для двух мест вспышки определение числа атомов N_1 привело к одной и той же величине $N_1 = 10^{17}$.

Как было показано выше, расширение в крыльях линий Н и К Ca II определяется затуханием вследствие излучения. Можно, как и в [3], непосредственно определить N_2 — число атомов Ca II во вспышке во втором возбужденном состоянии.

Уже на расстоянии $\Delta\lambda = 1 \text{ \AA}$ от центра линии оптическая толщина вспышки при $N_1 = 10^{17}$ атомов значительно меньше единицы и поэтому самопоглощением можно пренебречь.

Значение N_2 определяется из формулы, приведенной в [3]:

$$I_\lambda = \frac{N_k A_{ki} h \gamma_{ik} \lambda_0}{16\pi^3 (\lambda - \lambda_0)^2};$$

здесь $I_\lambda = I_\lambda^c(\theta) r_\lambda$, r_λ — остаточная интенсивность линии для рассматри-

ваемого $\Delta\lambda$, а $I_\lambda^c(\theta)$ — абсолютное значение интенсивности излучения непрерывного спектра для длины волны λ на данном (том же, что и для вспышки) расстоянии от центра Солнца ($\rho = 0,85$).

Вычисления дали следующие значения N_2 для двух измеренных областей вспышки:

Отношение $(N_2)_K : (N_2)_H$ получилось равным двум, как и следовало ожидать, так как, независимо от механизма возбуждения, оно определяется отношением статистических весов (ср. [3]).

Выражаю глубокую благодарность проф. А. Б. Северному за руководство работой.

Т а б л и ц а

Линия	Значения N_2	
	1-я область	2-я область
К	$7,7 \cdot 10^{13}$	$2,09 \cdot 10^{14}$
Н	$3,84 \cdot 10^{13}$	$1,02 \cdot 10^{14}$

Л и т е р а т у р а

1. А. Б. Северный. Изв. Крымской астрофиз. обс., 15, 31, 1955.
 2. Т. В. Казачевская и А. Б. Северный. Изв. Крымской астрофиз. обс., 19, 46, 1958.
 3. А. Б. Северный и Э. Р. Мустель. Изв. Крымской астрофиз. обс., 13, 82, 1955.
 4. Э. Р. Мустель и А. Б. Северный. Изв. Крымской астрофиз. обс., 8, 19, 1952.
 5. А. Унзольд. Физика звездных атмосфер. ИЛ, 1949.
-

ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРА ПОГЛОЩЕНИЯ N Her 1934 В МОМЕНТ МАКСИМУМА БЛЕСКА

Э. Р. Мустель и М. Е. Боярчук

Изучены семь спектров Новой Геркулеса 1934 г. (N Her 1934), полученных Г. А. Шайном в момент максимума блеска звезды, 22 декабря 1934 г. на 40" рефлексоре Симеизской обсерватории с дисперсией 36 Å/мм при H_γ .

На основании полученных эквивалентных ширин линий поглощения (табл. 1) построена кривая роста (фиг. 3). Сравнение наблюдаемой кривой роста с теоретической кривой Унзоляда [23] дает турбулентную скорость $v_t = 4,4$ км/сек. Возможно, что такое малое значение турбулентной скорости обусловлено наличием магнитного поля звезды.

Получена оценка постоянной затухания, оказавшаяся равной $\Gamma/\nu = 9,2 \times 10^{-7}$.

Контуры линий поглощения водорода H_β , H_γ , H_δ , H_ϵ , H_ζ N Her 1934 сравнены с соответствующими контурами других звезд сверхгигантов: α Cyg A2 Ia, ν Her F2 II и оболочки звезды ζ Tau (фиг. 4, а и б). Контуры водородных линий N Her 1934 весьма узки.

A STUDY OF THE ABSORPTION SPECTRUM OF N HER 1934 AT LIGHT MAXIMUM, by E. R. Mustel and M. E. Boyarchuk.—Seven spectra of Nova Herculis 1934 have been studied. They were taken by G. A. Shajn at light maximum of the star, on December 22, 1934, with the 40" reflector of the Simeis Observatory. The dispersion was 36 Å/mm at H_γ .

The derived equivalent widths of absorption lines (table 1) were used for constructing the curve of growth (fig. 3). The turbulent velocity $v_t = 4.4$ km/sec was found from a comparison of the observed curve of growth with Unsold's theoretical curve [23]. It is possible that such a small value of turbulent velocity is due to the presence of a magnetic field in the expanding star.

An estimation is made of the damping constant $\Gamma/\nu = 9.2 \times 10^{-7}$, however this value is not very certain.

The profiles of the absorption lines of hydrogen H_β , H_γ , H_δ , H_ϵ , H_ζ , of N Her 1934 were compared with the corresponding profiles of other supergiant stars: α Cyg A2 Ia, ν Her F2 II and the envelope of ζ Tau (fig. 4, a, b). The profiles of the hydrogen lines of N Her 1934 are exceedingly narrow.

Цель настоящей работы — изучение спектра поглощения N Her 1934 в момент максимума блеска и выяснение некоторых физических характеристик в атмосфере в этот момент. Работа выполнена на основании изучения семи спектров N Her 1934, полученных Г. А. Шайном в момент максимума

4583 Fe II

4561 H β

4101 H δ

4173-78 Fe II

4340 H γ

3888 H δ 3913 Ti II 3933 Ca II 3970 H + H ϵ

Фиг. 1. Спектр N Нег 1934, 22 декабря 1934 г.

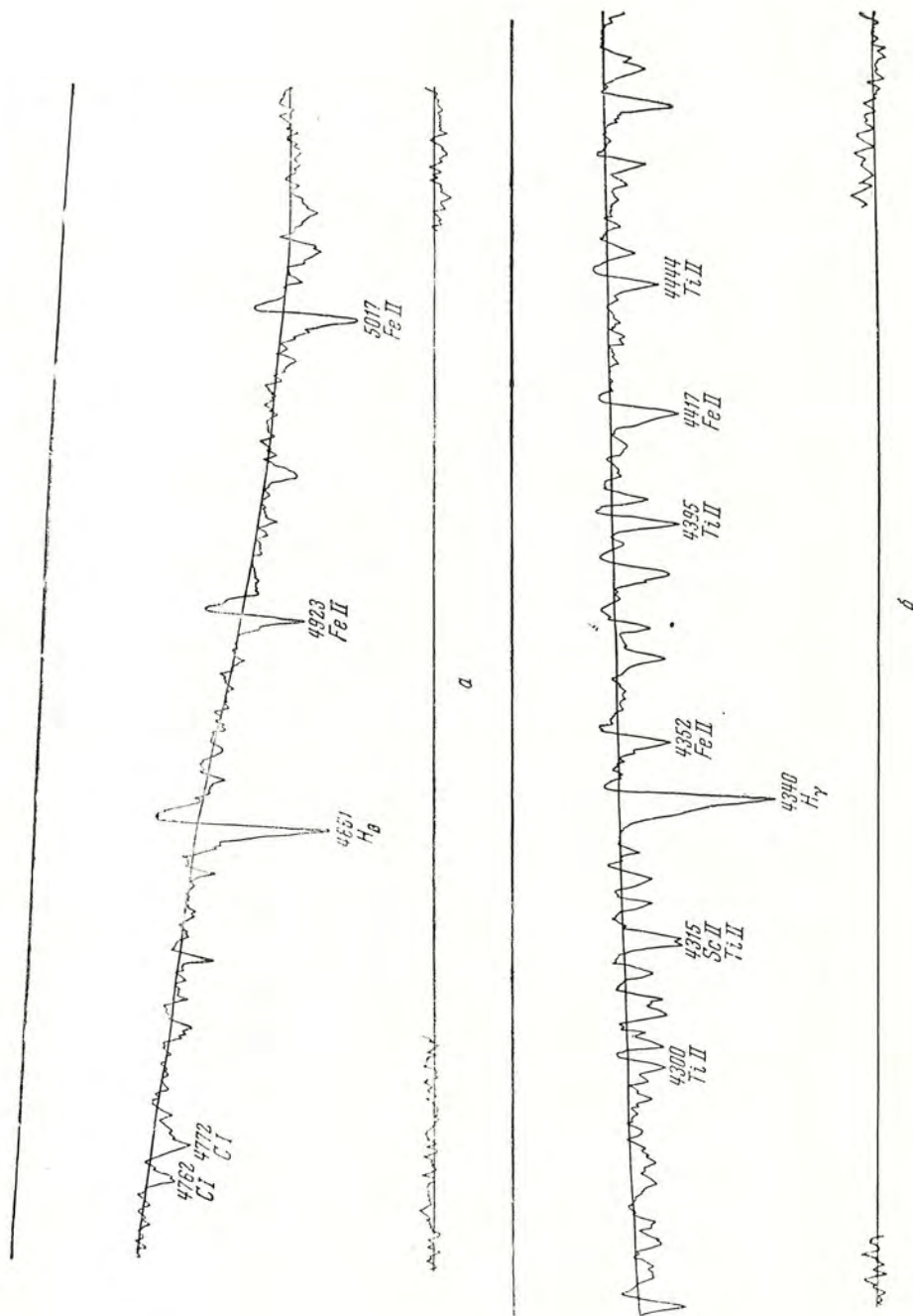
блеска звезды (22 декабря 1934 г.) на однопризменном спектрографе 40" рефлектора Симеизской обсерватории, дисперсия 36 Å/мм у H_γ . Пять спектров охватывают только фотографическую часть (пластинки Ilford Monarch и Imperial 1200), а два спектра (панхроматические пластинки) идут значительно дальше и имеют нормальную плотность в районе H_α . Спектры прокалиброваны на том же спектрографе с помощью ступенчатой щели. На фиг. 1 мы воспроизводим репродукцию одного из исследуемых спектров.

Все спектры и калибровочные снимки были промерены на саморегистрирующем микрофотометре типа Молля с увеличением в 25 и 50 раз. Увеличение в 25 раз потребовалось для более уверенного проведения непрерывного спектра. С увеличением в 50 раз проводились измерения эквивалентных ширин линий поглощения и построение контуров водородных линий.

Проведение непрерывного спектра осложнялось наличием в спектре N Her 1934 некоторой, правда, не очень сильной, эмиссии, интенсивность которой росла в сторону больших длин волн. Правда, в момент максимума и в моменты, близкие к нему, эмиссия была наименьшей, но тем не менее в ряде спектральных участков ее влияние, особенно при относительно небольшой дисперсии спектрографа, было достаточно заметным. В связи с этим для более уверенного проведения линии непрерывного спектра был принят следующий порядок. Линия непрерывного спектра проводилась вначале на регистрограммах с увеличением в 25 раз. Это делалось после тщательного рассмотрения и сопоставления отдельных эмиссионных пиков на всех семи регистрограммах. В местах с заметной эмиссией непрерывный спектр «интерполировался», причем использовались участки, где влияние эмиссии минимально. Эта линия непрерывного спектра была принята за «стандартную». После этого стандартная линия непрерывного спектра переносилась на регистрограммы с увеличением в 50 раз. На фиг. 2, а и б приведены регистрограммы отдельных участков спектра N Her 1934 с проведенной линией непрерывного спектра.

Определение эквивалентных ширин линий поглощения в спектре звезды оказалось весьма сложной задачей. Эта сложность обусловлена малой дисперсией спектрографа и, следовательно, блендированием линий и к тому же наложением на линии поглощения излучения. Для построения кривой роста и решения других задач нами в первую очередь были отобраны линии с минимальными эффектами блендирования. Это было сделано с помощью данных о спектре α Cyg, полученного с большой дисперсией [1]. Если блендирование превышало 30%, то такие линии не использовались в построении кривой роста. Для уменьшения влияния эмиссии на эквивалентные ширины линий поглощения мы находили эквивалентную ширину линий * по одному фиолетовому крылу, которое в большинстве случаев свободно от влияния эмиссии. Полученная эквивалентная ширина фиолетовой половины линии удваивалась. Для тех линий, у которых влияние эмиссии сказывалось с обеих сторон (с красной

* Конечно, только для линий, искаженных эмиссией.



Фиг. 2. Регистрограммы спектра N Нег 1934, 22 декабря 1934 г.

Таблица 1

λ	Элемент	Номер мульти- плета	Число исполь- зованных спектров	$W_{\lambda} \cdot 10^6$ $\lg \frac{\lambda}{\lambda}$	$\lg g/\lambda$		Примечания
6563	H α	1	2	2,52			Сильная эмиссия
6485	NI	21	2	2,42			
6483	NI	21					
6456—54	O I	9	2	2,24	2,86	+	Слабая эмиссия
	O I	9					
	O I	9					
6371	Si II	2	2	1,66	3,74	+	
6347	Si II	2	2	2,07	4,04	+	
6238	Fe II	74	2	1,64			
6158—55	O I	10	2	2,29	3,44	+	Слабая эмиссия
	O I	10					
	O I	10					
6149	Fe II	74	2	1,79			
6148	Fe II	74					
5896	Na I	1	2	1,81	3,58		
5890	Na I	1	2	2,09	3,89		Слабая эмиссия
5806	Cl I	18	1	1,83	0,96	+	
5535	Fe II	55	1	1,21			
5527	Sc II	31	1	1,21			
5435—36	O I	11	1	1,78	2,28	+	
	O I	11					
	O I	11					
5425	Fe II	49	1	1,52			Слабая эмиссия
5363	Fe II	48	1	1,76			
5330—28	O I	12	1	2,23	1,79		
	O I	12					Значительная эмиссия Эмиссия с двух сторон Сильная эмиссия Слабая эмиссия
	O I	12					
5317	Fe II	49	1	2,31	3,72*	+	
5284	Fe II	41	1	1,45			
5276	Fe II	49	1	2,05			
5265	Fe II	48	1	1,66			
5262	Ti II	70	1	1,28			Блендирована слабо
5257	Fe II	41	1	1,91			
5235	Fe II	49	1	2,11			
5226	Ti II	70	1	1,97	3,04	+	
	Fe I	37					
5198	Fe II	49	1	2,08			Блендирована оч. слабо Значительная эмиссия
5189	Ti II	70	1	1,94	3,11	+	
5184	Mg I	2	1	1,76	3,54	+	
	La II	36					
5169	Fe II	42	1	2,57	4,31*		
5129	Ti II	86	1	1,68	2,46	+	
5041	Si II	5	2	2,08			Сильная эмиссия
5018	Fe II	42	3	2,45			
5005	N II	19	1	1,70	3,88		
	N II	19	4				
	N II	19					

Таблица 1 (продолжение)

λ	Элемент	Номер мульти- плета	Число исполь- зованных спектров	$W_{\lambda} 10^6$ $\lg \frac{\lambda}{\lambda_0}$	$\lg \lambda$		Примечания
4969—67	O I	14	5	1,97			
	O I	14					
	O I	14					
4935	N I	9	5	1,51	1,63	+	
4924	Fe II	42	5	2,33			Сильная эмиссия
4915	N I	9	4	1,57	1,45	+	
4885	Cr II	30	5	1,67			
4884	V II	197					Эмиссия с фиолетовой стороны
4876	Cr II	30	7	1,74			Слабая эмиссия
4861	H $_{\beta}$	1	7	2,76			Сильная эмиссия
4848	Cr II	30	7	1,86			Слабая эмиссия
4836	Cr II	30	7	1,49			
4824	Cr II	30	6	1,93			Слабая эмиссия
4812	Cr II	30	5	1,36			Эмиссия слабая с фио- летово-й стороны
4805	Ti II	92	5	1,70	3,10*	+	
4803	O I	15					O I немного блендиро- вана
4780	Ti II	92	5	1,58	2,62*	+	
4776	Cl I	6	5	1,32	0,78		Оч. слабая линия
4772	Cl I	6	6	2,20	1,33	+	
4766	Cl I	6	4	0,92	0,33		Оч. слабая линия
4762	Cl I	6	6	1,93	0,66	+	
4731	Fe II	43	6	1,70	2,28*	+	
4695	Si I	2	5	1,44			Оч. слабая эмиссия
4694	Si I	2					
4667	Fe II	37	5	1,65	2,19*	+	
4657	Fe II	43	6	1,88	2,36*	+	
4656	La II	75					
4635	Fe II	186					
4634	Cr II	44	6	1,85	(1,78)*	+	Слабая эмиссия с фио- летово-й стороны
4629	Fe II	37	6	2,06	2,64*	+	Слабая эмиссия
4619	Cr II	44	5	1,99	(1,87)*	+	
4588	Cr II	44	6	1,93	(2,07)*	+	Эмиссия с фиолетовой стороны
4584	Fe II	38	6	2,37	3,27*	+	Слабая эмиссия
4576	Fe II	38	6	1,62	2,37*	+	Эмиссия с фиолетовой стороны
4572	Ti II	82	6	2,07	3,99*	+	Слабая эмиссия с обеих сторон
4564	Ti II	50	6	1,88	3,51*	+	Эмиссия с обеих сторон
4559	Cr II	44	6	1,66			Сильная эмиссия
4556	Fe II	37	6	2,15	2,73*	+	Эмиссия с фиолетовой стороны
4549	Fe II	38	6	2,30	4,14*	+	Значительная эмиссия
	Ti II	82					
4542	Fe II	38	6	1,90	2,42*	+	Слабая эмиссия с фио- летово-й стороны

Таблица 1 (продолжение)

λ	Элемент	Номер мульти- плета	Число исполь- зованных зонных спектров	$W_{\lambda} 10^6$ $\lg \frac{\lambda}{\lambda}$	$\lg g/\lambda$		Примечания
4534	Ti II	50	6	2,10	3,80*	+	Значительная эмиссия
4523	Fe II	38	6	1,86	3,11*		Оч. сильная эмиссия
4520	Fe II	37	6	1,86	2,61*	+	Эмиссия с фиолетовой стороны
4515	Fe II	37	6	2,03	2,77*	+	Эмиссия с обеих сторон
4508	Fe II	38	6	2,10	2,78*	+	Значительная эмиссия с обеих сторон
4501	Ti II	31	6	1,98	3,52*	+	Значительная эмиссия
4489	Fe II	37	6	2,06	2,46*	+	Ti II блендирована
4488	Ti II	115	6				слабо
4481	Mg II	4	6	2,30	4,38*	+	
4473	Fe II	37	3	1,19	1,99*		Оч. слабая линия
4468	Ti II	31	6	2,03	3,47*	+	
4456	Ti II	115	6	1,35			
4450	Ti II	19	6	1,86	2,98*	+	Слабая эмиссия с обеих сторон
4444	Ti II	19	6	2,17	3,42*	+	Сильная эмиссия
4417	Fe II	27	6	2,38	2,73*		Слабая эмиссия
	Ti II	40					Ti II блендирована сильно
4411	Ti II	115	6	1,60	3,81*	+	
4405	Fe I	41	5	1,40	3,96*		Значительная эмиссия
4400	Ti II	51	6	1,90	3,47*	+	Небольшая эмиссия с обеих сторон
4395	Ti II	19	6	2,27	3,70*	+	Слабая эмиссия
4391	Mg II	10	5	1,54	3,06*	+	Значительная эмиссия с фиолетовой стороны
4385	Mg II	10	6	2,36	2,75*		Слабая эмиссия
	Fe II	27					Fe II сильно блендиро- вана
4374	Sc II	14	6	2,06	3,23*		Слабая эмиссия
	V II	13					V II блендирована слабо
4368	Ti II	104	7	2,18	3,69*		
	O I						O I сильно блендиро- вана
4352	Fe II	27	7	2,25	3,35*	+	Слабая эмиссия
4340	H _r	1	6	2,78			Слабая эмиссия
4330	Ti II	94	6	1,62	2,20*		Слабая эмиссия с фио- летовою стороны
4325	Sc II	15	7	1,87	3,17*		Слабая эмиссия с обеих сторон
4321	Sc II	15	7	1,90			
	Ti II	41	7	2,37	3,54*		Слабая эмиссия с обеих сторон
4315	Sc II	15					Sc II блендирована значительно
	Ti II	41	7	1,81	3,60*	+	Слабая эмиссия с обеих сторон
4308	Fe I	42					Fe I блендирована оч. незначительно

Таблица 1 (продолжение)

λ	Элемент	Номер мульти- плета	Число исполь- зованных спектров	$W_{\lambda} \cdot 10^6$ $\lg \frac{\lambda}{\lambda}$	$\lg \lambda$		Примечания
4303	Fe II	27	6	1,90	2,83*	+	Слабая эмиссия
4300	Ti II	41	7	1,99	3,75*	+	
4297	Fe II	28	7	1,45	2,64*		Слабая эмиссия
4294	Ti II	20	7	1,83	3,36*	+	
4290	Ti II	41	7	1,95	3,58*	+	Слабая эмиссия
4284	Cr II	31	7	1,57	(1,29)*	+	
4278	Fe II	32	4	1,21			
4275	Cr I	1	7	1,41	3,31		
4273	Fe II	27	7	1,52	2,30*		
4272	Fe I	42					Fe I блендирована значительно
4269	Cr II	31	7	1,71	(1,19)*	+	
4262	Cr II	31	6	1,80	(1,61)*	+	
4258	Fe II	28	6	1,73	2,46*	+	
	Mn II	7	2				Mn II блендирована слабо
4254	Cr I	1	5	1,41	3,42		
	Cr II	31	6	1,41	(1,06)*		Значительная эмиссия с фиолетовой стороны
4252	Mn II	7					Mn II блендирована значительно
4247	Sc II	7	7	1,94	3,78*		Слабая эмиссия
4242	Cr II	31	7	1,84	(1,42)*		
	Mn II						
4233	Fe II	27	7	2,20	3,61*	+	Слабая эмиссия
4225	Cr II	162	7	1,82	(1,79)*		
	V II	37					V II блендирована сильно
4215	Sr II	1	7	1,82	3,43		
4203	V II	9	5	1,49	3,82		
4190	Ti II	21	4	1,16			
4179	Fe II	28	6	2,33	2,77*	+	Слабая эмиссия с обеих сторон
4173	Fe II	27	6	2,26	2,99*	+	Слабая эмиссия
4164	Ti II	105	6	1,80	4,13*	+	Слабая эмиссия
4161	Zr II	42	6	1,56			
4152	N I	6	6	1,59	1,60	+	
4146	Cr II	162	4	1,46	(1,93)*	+	
4144	Fe I	43	6	1,64	3,60	+	
4137	N I	6	6	1,53	1,19	+	
4131	Si II	3	6	1,66	4,18	+	
4128	Si II	3	6	1,98	3,82	+	
4123	Fe II	28	6	1,69	2,26*	+	Слабая эмиссия
4115	V I	27	3	1,23			
4110	N I	10	6	1,94	2,22	+	
4102	H ₂	1	6	2,75			Слабая эмиссия
4078	Sr II	1	6	1,89	3,69		
4072	Fe I	43	6	1,73	4,02	+	
4067	Ni II	11	6	1,67			
4063	Fe I	43	6	1,79	4,07	+	
4054	Ti II	87	6	1,79	3,28*	+	Слабая эмиссия

Таблица 1 (продолжение)

λ	Элемент	Номер мультиплета	Число изолированных спектров	$W \frac{\lambda}{\lambda}$ 10^6	$\lg g/\lambda$		Примечания
4050	Zr II	43	4	1,35			
4048	Zr II	43	5	1,17			
4046	Fe I	43	6	1,81	4,22	+	Слабая эмиссия
4034	Mn I	2	4	0,87	2,86		
4033	Mn I	2	3	0,99	3,02		
4030	Mn I	2	4	0,87	3,17		
4028	{ Ti II Co I	87 3	5	1,79	3,49*	+	Co I блендирована слабо
4025	{ Ti II Zr II	11 54	4	1,83	2,53*	+	Zr II блендирована слабо
4023	V II	32	4	1,51	(1,52)*	+	
4012	Ti II	11	5	1,80			
4006	{ V II Fe I	32 43	5	1,68	(1,72)*	+	Слабая эмиссия
4002	V II	9	5	1,78	(1,05)*	+	
3997	V II	9	5	1,40	(0,97)*	+	
3988	Ti II	11	4	1,24			
3980	Cr II	183	4	1,51			
3974	Fe II	29	4	1,40			Значительная эмиссия с фиолетовой стороны
3970	{ H ₂ Ca II	1 1	5	2,86	3,43		Значительная эмиссия
3961	Al I	1	5	1,66	3,32		
3952	V II	10	5	1,55	(1,49)*	+	
3947	{ O I O I O I	3 3 3	5	2,02	1,68	+	
3944	Al I	1	4	1,58	2,71		
3934	Ca II	1	4	2,88	3,71		Значительная эмиссия
3922	{ La II C II	40	4	1,49			
3913	Ti II	34	4	2,26	3,80*	+	
3906	Cr II	167	4	1,77			
3903	V II	11	4	1,19			Сильная эмиссия с фиолетовой стороны
3900	Ti II	34	3	2,10	4,14*	+	Слабая эмиссия
3896	V II	10	4	1,61			
3889	H ₂	1	3	2,53			
3884	V II	33	2	1,56			
3878	{ Fe I V II	20 33	2	1,84	3,04	+	
3872	Fe I	20	2	1,75	3,03	+	
3866	{ Fe I Cr II	20 167	2	1,56	3,04	+	
3863	Si II	1	2	2,06	2,01*	+	
3858	Ni I	32	2	1,59	(6,73)		
3856	Si II	1	2	2,16	2,11*	+	Значительная эмиссия

Таблица 1 (окончание)

λ	Элемент	Номер мультиплета	Число использованных спектров	$W_{\lambda} \cdot 10^6$ $\lg \frac{\lambda}{\lambda}$	$\lg gf_{\lambda}$		Примечания
3854	Si II	1	2	1,65			
3849	Fe I	20	1	1,86	3,13	+	
3843	Sc II	17	2	1,59			
3840	Fe I	20	2	1,53	3,35	+	
3838	Mg I	3	2	1,85	4,03	+	
3835	H _{η}	1	2	2,57			
3832	Mg I	3	2	1,72	3,90	+	
3829	Mg I	3	2	1,86	4,03*	+	
3826	Fe I	20	2	2,10	3,75	+	
3822	N I	11	2	1,46			
3820	Fe I	20	2	1,83	3,90	+	
3814	Ti II	12	2	2,30			
3807	Ni I	33	2	1,50	(6,44)		

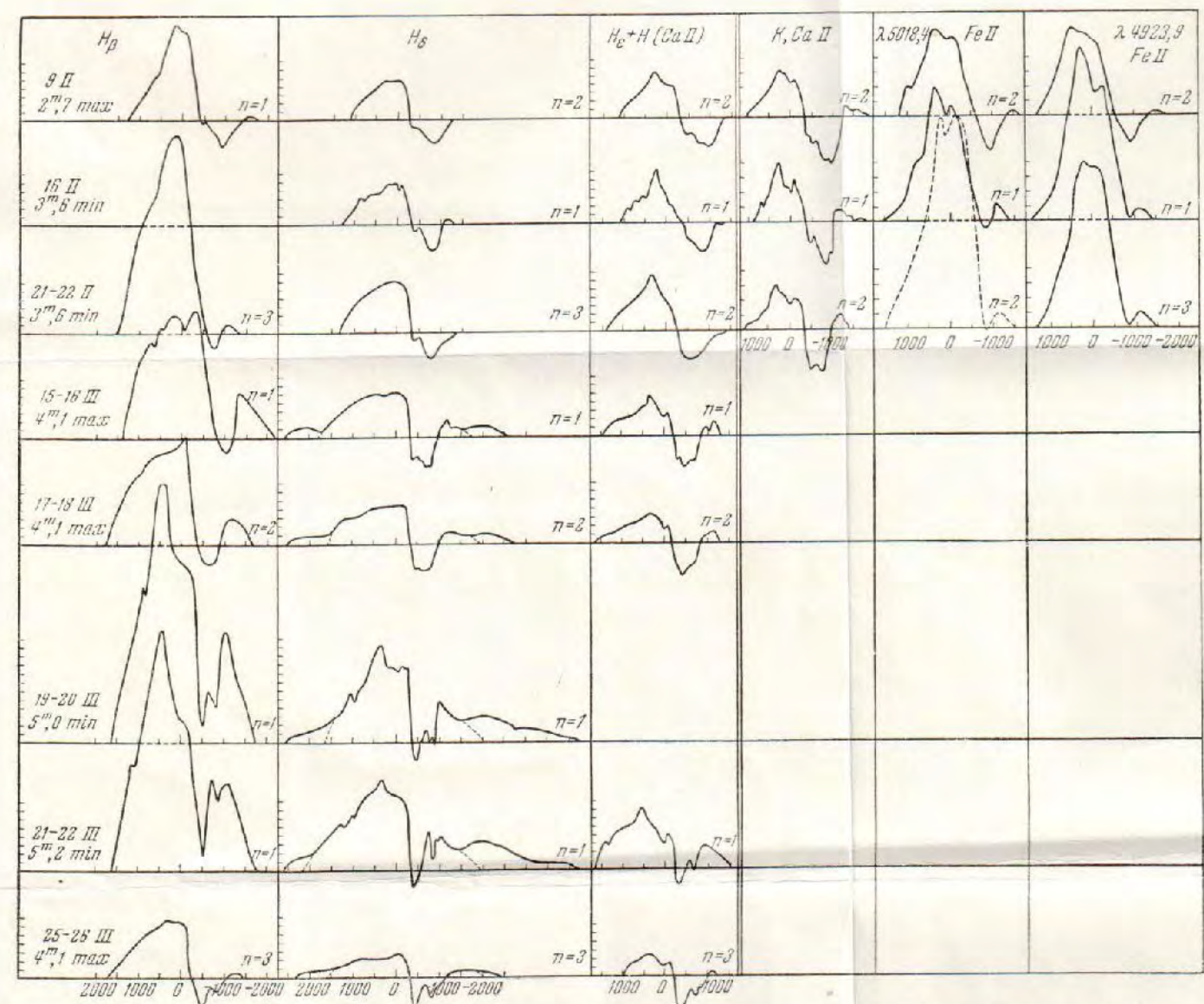
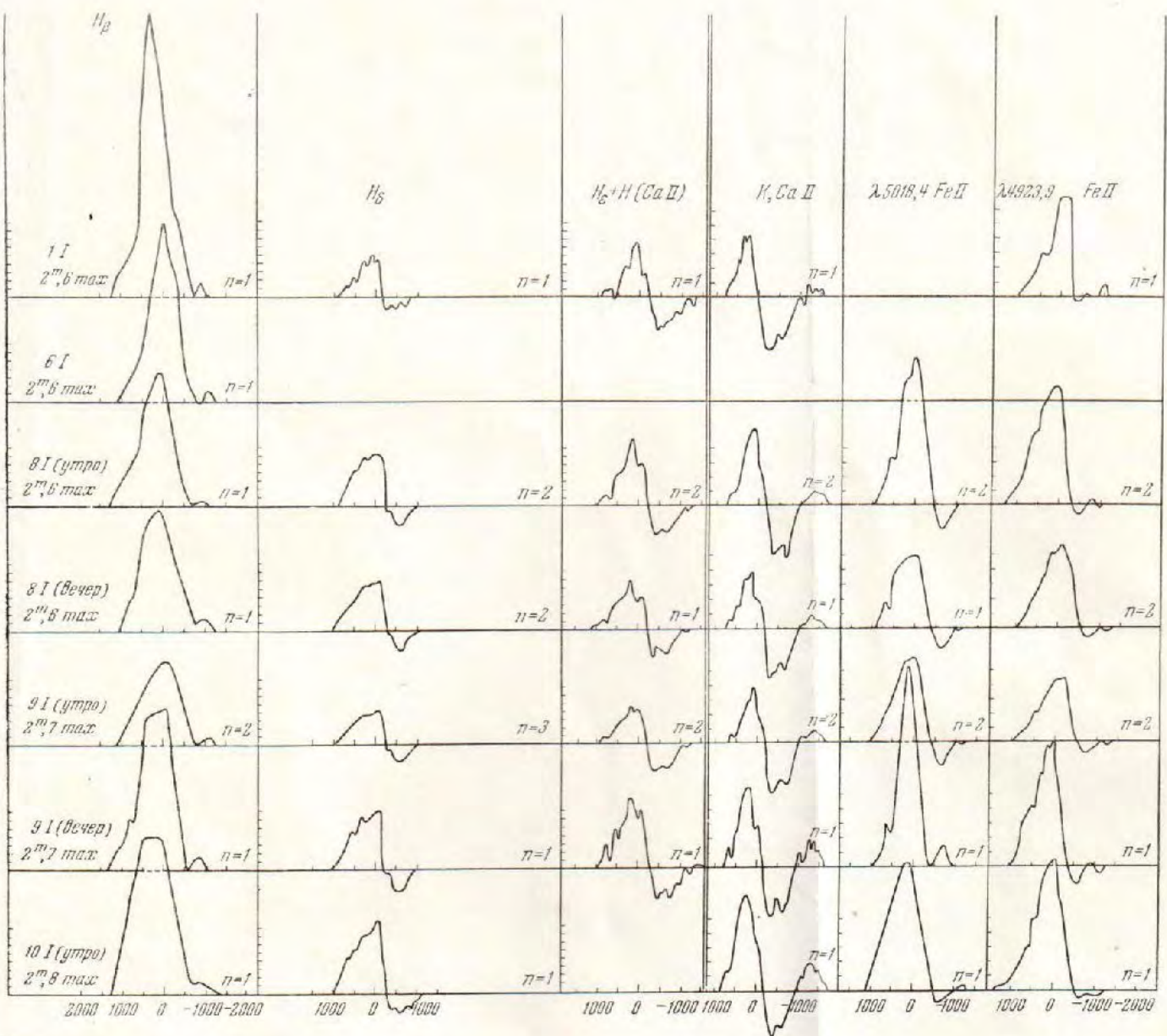
стороны — собственная эмиссия и с фиолетовой — искажающая эмиссия соседней линии), эквивалентная ширина определялась по обеим половинам, хотя, конечно, получающийся в этом случае результат лишь приближительный. Такие линии, особенно при наличии заметной эмиссии, использовались при построении кривой роста с большой осторожностью. Для всех линий, как искаженных, так и не искаженных эмиссией, использовалась одна и та же «стандартная» линия непрерывного спектра.

Только контуры водородных линий и линий H и K Ca⁺ строились полностью с их крыльями, так как контуры остальных линий имеют в основном инструментальное происхождение.

Так как в момент максимума спектр N Her 1934 практически не менялся со временем, а если и менялся, то крайне слабо, то в качестве окончательной эквивалентной ширины для каждой линии было использовано среднее из всех определенных значений W_{λ} .

Результаты определений эквивалентных ширин линий поглощения N Her 1934 помещены в табл. 1. В первом столбце этой таблицы дана длина волны, во втором — наименование элемента, в третьем — номер мультиплета в таблицах Ш. Мур [2], в четвертом — число спектров, использованных для определения эквивалентной ширины W_{λ} данной линии, в пятом — величина $\lg \frac{W_{\lambda}}{\lambda} 10^6$, и в шестом — величина $\lg gf_{\lambda}$. Звездочка означает, что использованы «звездные» силы осцилляторов, скобки указывают на использование относительных сил осцилляторов. В седьмом столбце знаком плюс указывается, использовалась ли данная линия при построении кривой роста, и, наконец, в восьмом столбце даны примечания, в основном касающиеся наличия эмиссии и бленд.

Силы осцилляторов, необходимые для построения кривой роста, были отобраны на основании всех доступных литературных источников. В большинстве — это относительные значения. Если для какого-либо элемента имелось несколько независимых данных по силам осцилляторов, то наи-



Фиг. 2. Контуры эмиссионных полос H_β , H_δ , $H_\epsilon + H$ (Ca II), H , Ca II, $\lambda 5018,4$ Fe II и $\lambda 4923,9$ Fe II. Интенсивность везде дана по отношению к интенсивности непрерывного спектра.

Слева указаны даты, величина звезды, а также вторичные максимумы и минимумы кривой блеска. Масштаб по оси ординат 0,2 интенсивности непрерывного спектра, принятого за единицу; n — число контуров, по которым построен средний контур.

большой вес придавался лабораторным определениям, а затем теоретическим. В тех случаях, когда не были известны ни те, ни другие, использовались так называемые «звездные» силы осцилляторов. Это имело место, например, для Fe II, Ti II и для некоторых других элементов. Далее, если для какого-либо элемента имелись определения сил осцилляторов несколькими авторами, то наиболее уверенная система бралась как основная, к которой приводились остальные значения f . После этого приведенные к общей системе данные усреднялись. Для тех элементов, для которых имелись (хотя бы отдельные) абсолютные значения сил осцилляторов, был найден переходной множитель, переводивший относительные силы осцилляторов (в принятой нами системе) в абсолютные.

Данные о значениях сил осцилляторов были взяты из следующих источников:

Ca I — [19]	Ca II — [9]
Na I — [16]	Sc II — [1], [7], [6]
N II — [6]	Ti II — [5], [3], [6], [7]
O I — [18]	Cr I — [13], [15]
Na I — [6]	Mn I — [12], [13], [14]
Mg I — [10], [11], [6], [7]	Fe I — [27], [4]
Mg II — [1], [7], [6]	Fe II — [1], [7], [3], [6]
Al I — [6], [13]	Sr II — [13], [6]
Si II — [1], [7], [3], [8], [17]	

Первая ссылка для каждого элемента указывает на те данные, которые были выбраны в качестве основных.

Для элементов V II, Cr II, Ni I не удалось найти абсолютных значений сил осцилляторов. Для них были использованы только относительные значения f :

V II — [1], [7], [3], [6]
Cr II — [1], [7], [3]
Ni I — [20], [24]

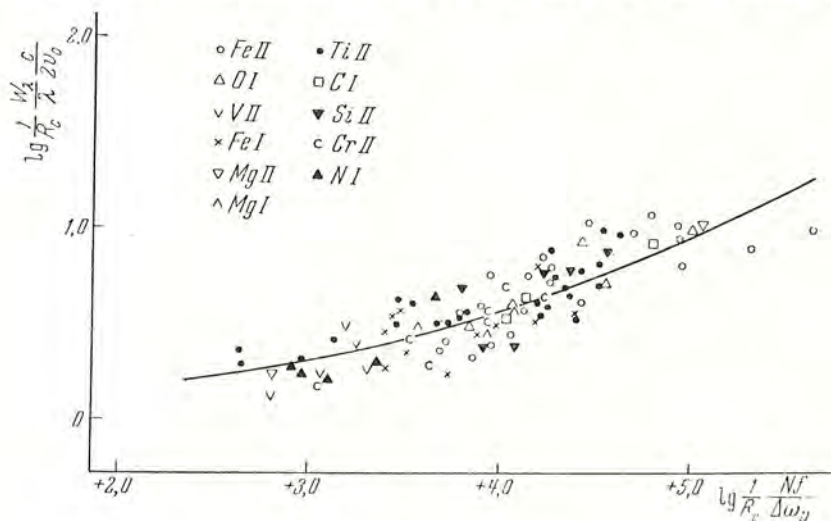
К сожалению, мы не располагали для построения кривой роста ни одним достаточно широким, в смысле диапазона величин $\lg W_\lambda$ и $\lg gf/\lambda$, мультиплетом, вследствие того, что большое число линий поглощения пришлось отбросить из-за малой дисперсии, эффектов блендирования и, особенно, из-за искажающего влияния эмиссии. Поэтому был использован метод построения кривых роста, предполагающий задание некоторого предварительного значения температуры возбуждения T_B [22, стр. 177—179]. В этом случае кривая роста строилась следующим образом: по оси ординат откладывалась величина $\lg \frac{W_\lambda}{\lambda} 10^6$, по оси абсцисс $\lg X_f$, где

$$\lg X_f = \lg gf/\lambda - \frac{5040}{T_B} \varepsilon_i,$$

здесь ε_i — потенциал возбуждения нижнего уровня, с которого идут

переходы, создающие данную линию поглощения. Для температуры возбуждения было принято значение $T_B = 6000^\circ$, так как спектральный класс N Her 1934 в момент максимума был близок к классу F 5.

Построенные таким образом кривые роста для отдельных элементов, находящихся в различных состояниях ионизации (в нейтральном и ионизованном состояниях), были объединены в одну общую кривую. Вначале объединялись отдельные кривые роста, построенные по наибольшему количеству точек (Fe I, Fe II, Ti II, Cr II), а затем с этой



Фиг. 3. Кривая роста для N Her 1934.

кривой совмещались отдельные отрезки кривой роста, построенные по меньшему числу точек.

Полученная описанным путем наблюдаемая кривая роста была совмещена с теоретической кривой роста [23], рассчитанной для модели Шварцшильда-Шустера, при применении полуэмпирической формулы Миннаерта. На фиг. 3 приведено согласование наблюдаемой и теоретической кривых роста. Здесь по оси абсцисс отложена величина $\lg \frac{1}{R_c} \frac{W_\lambda}{\lambda} \frac{c}{2v_0}$, а по оси ординат — $\lg \frac{1}{R_c} \frac{Nf}{\Delta\omega_D}$, которые соответствуют теоретической кривой роста.

Далее было необходимо уточнить принятую нами исходную температуру возбуждения, что и было выполнено способом, описанным в [22] на стр. 178. Этот способ основан на определении параллельных сдвигов отдельных мультиплетов относительно общей средней (согласованной с теорией) кривой роста. Такие сдвиги были определены для Ti II, Fe II, Fe I, Cr II. Если построить графики, откладывая по оси ординат величину сдвига каждого мультиплета, а по оси абсцисс потенциал возбуждения нижнего уровня, то тангенс угла наклона полученной прямой* определит температуру возбуждения. Однако полученные

* Как известно, прямая получается в том случае, если мы имеем больцмановское распределение атомов по энергетическим уровням.

нами графики оказались неуверенными в связи с тем, что для перечисленных элементов потенциалы возбуждения нижних уровней, вошедших в обработку мультиплетов, отличаются между собой не больше чем на 1,0 эв. По наиболее надежному элементу Fe I величина $T_{\text{в}}$ оказалась близкой к принятой, 6000°. Поэтому в настоящей работе и оставлено ранее принятое значение температуры $T_{\text{в}}$.

На основании построенной нами кривой роста была определена турбулентная скорость в обрабатываемом слое N Her 1934. Вид теоретической кривой роста и, следовательно, получаемое значение турбулентной скорости v_t несколько зависят от принятой модели атмосферы звезды. Так, турбулентная скорость, получаемая при применении теоретической кривой роста Унзольда [23], зависит от принятого значения средней глубины R_c (в центре линии), использованной при построении кривой роста. Эта глубина определяется обычно по наиболее интенсивным линиям спектра, где роль инструментального искажения минимальна. При этом считается, что в центрах большинства линий поглощения, лежащих на переходной (пологой) и верхней частях кривой роста, мы имеем дело с процессами истинного поглощения, а поэтому центральная глубина всех этих линий должна быть одинаковой. Иначе говоря, считается, что для линий, лежащих на переходной части кривой роста, наблюдаемое заниженное значение R_c обусловлено исключительно инструментальными эффектами. Считая это справедливым и для нашего случая, было принято единое значение $R_c \approx 0,70$, определенное по линиям водорода. В этом случае для турбулентной скорости получается значение $v_t = 4,4$ км/сек. С другой стороны, при сравнении наблюдаемой кривой роста с теоретической кривой Мензела [22, стр. 176] получается $v_t = 1,7$ км/сек.

Однако, несмотря на эту неопределенность, мы приходим к заключению, что значение турбулентной скорости в расширяющемся обрабатываемом слое новой звезды сравнительно невелико. Это, казалось бы, противоречит тем фактам, что, во-первых, само явление вспышки Новой представляет собой взрыв, при котором возможны самые различные скорости выброшенных газовых сгустков, и, во-вторых, тому, что в весьма протяженных оболочках звезд, каковыми и являются внешние части расширяющихся Новых, всегда наблюдаются сильные турбулентные движения.

Возможно, что причиной относительно небольших турбулентных движений в оболочке N Her 1934 являлось магнитное поле Новой [24]. Известно, что наличие магнитных полей ослабляет процессы конвекции и турбулентции.

Кроме того, не следует забывать, что по кривой роста мы изучаем микротурбулентцию. Возможно, что средняя скорость макротурбулентных движений значительно больше, но определить ее нам не удалось из-за малой разрешающей силы спектрографа.

По кривой роста N Her 1934 была определена и постоянная затухания; она оказалась равной $\Gamma/\nu = 9,2 \times 10^{-7}$. Это примерно в шесть раз превышает величину Γ/ν для случая одного только затухания

вследствие излучения. Следует отметить, что найденное значение Γ/ν не очень уверенно вследствие небольшого количества точек в правой части кривой роста.

Помимо изучения кривой роста, большой интерес представляет сравнение контуров линий поглощения водорода в спектре N Her 1934 с контурами тех же линий в спектрах гигантов и сверхгигантов примерно того же спектрального класса. Этот интерес обусловлен, в частности, тем, что таким способом мы можем получить представление об электронном давлении в атмосфере N Her 1934. Применение часто используемого метода Инглиса—Теллера определения n_e по номеру последней, еще различимой, линии серии Бальмера, в нашем случае оказывается невозможным, так как наши спектрограммы имеют достаточную плотность лишь до линии H_δ . Кроме того, искажающее влияние имеет и эмиссия.

Контуров линий H_β , H_γ , H_δ , H_ϵ , H_ζ в спектре N Her 1934 были сравнены с контурами соответственных линий в спектрах звезд α Cyg (A2 Ia), ν Her (F2 II) и в спектре оболочки ζ Tau (A1 Ia). Спектры звезд α Cyg и ν Her были получены Г. А. Шайном с той же дисперсией, что и N Her 1934.

Спектр оболочки ζ Tau был получен с большей дисперсией (23,4 А/мм), но обрабатываемые контуры были вычислены в том же масштабе по оси длин волн, что и N Her 1934.

Результаты сравнения представлены на фиг. 4, а и б.

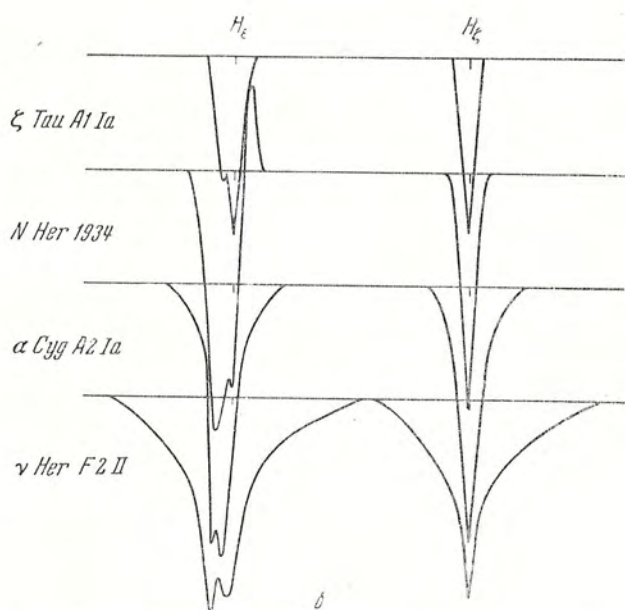
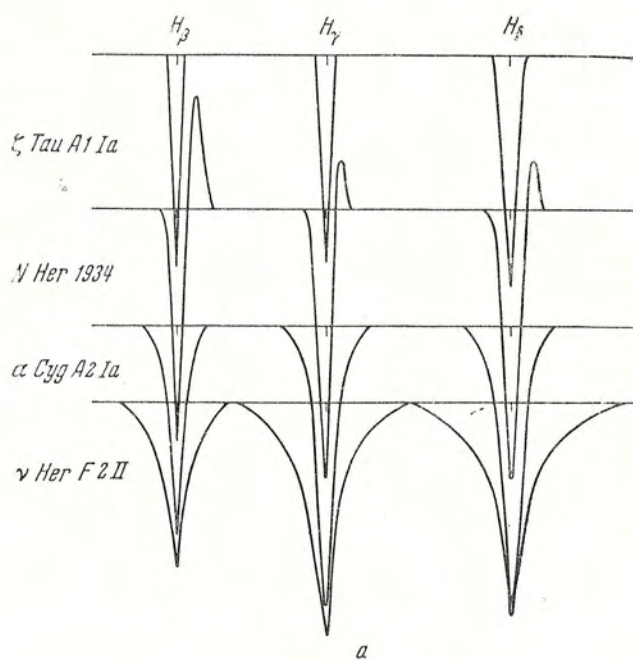
Фиг. 4, а и б показывает, что контуры водородных линий в спектре N Her 1934 даже уже, чем соответствующие контуры в спектре сверхгиганта α Cyg, где в соответствии с числом наблюдаемых линий серии Бальмера [25] находится, что $\lg n_e = 12,5$. Ширина линий водорода в спектре N Her 1934 сравнима лишь с ширинами этих же линий в спектре оболочки ζ Tau, где, согласно данным А. А. Боярчука [26], $\lg n_e = 11,9$.

В следующей работе предполагается провести детальные сравнения абсорбционного спектра N Her 1934 для 22 декабря 1934 г. с абсорбционными спектрами звезд-гигантов и сверхгигантов. Основной целью этого сравнения будет изучение относительного химического состава N Her 1934 в момент ее максимума блеска.

В заключение авторы приносят благодарность Г. Н. Шараповой за помощь в работе.

Литература

1. W. Buscombe. Ap. J., 114, 73, 1951.
2. Ch. Moore. Contrib. Princeton Univ. Obs., № 20, 1945.
3. G. R. a. E. M. Burbidge. Ap. J., Suppl. series, 1, 431, 1955.
4. G. Larsson-Leander. Stockholms obs. ann., 19, 8.
5. О. А. Мельников. Уч. зап. ЛГУ, № 153, 1952.
6. C. W. Allen. Astrophysical quantities. London, 1955.
7. J. L. Greenstein, G. R. Miczaika, F. A. Franklin, A. J. Deutsch. Ap. J., 124, 134, 1956.
8. L. Biermann, K. Lübeck. Zs. f. Ap., 25, 325, 1948.
9. D. R. a. W. Hartree. Proc. Roy. Soc., 164, 167, 1938.



Фиг. 4. Сравнение контуров водородных линий.

10. O. C. Wilson. *Ap. J.*, 107, 126, 1948.
 11. Landolt-Börnstein. *Zahlenwerte und Funktionen aus Physik und Chemie*. Berlin, 1950.
 12. Ю. И. Островский, Г. Ф. Парчевский, Н. П. Пенкин. *Ж. Опт. и спектроскоп.*, 1, 821, 1956.
 13. Е. Н. Никонова и В. К. Прокофьев. *Ж. Опт. и спектроскоп.*, 1, 290 и 298, 1956.
 14. L. Hultdt, A. Lagerquist. *Arkiv fys.*, 5, 91, 1952.
 15. F. Etabrook. *Ap. J.*, 113, 634, 1951; 115, 571, 1952.
 16. H. Motschmann. *Zs. f. Ap.*, 143, 77, 1955.
 17. L. H. Aller. *Ap. J.*, 123, 117, 1956.
 18. *Zs. f. Phys.*, 138, 613, 1954.
 19. H. Maesker. *Zs. f. Phys.*, 135, 15, 1953.
 20. Г. Ф. Парчевский и Н. П. Пенкин. *Вестн. ЛГУ*, 11, 113, 1954.
 21. R. B. King. *Ap. J.*, 108, 87, 1948.
 22. В. А. Амбарцумян, Э. Р. Муфель, А. Б. Северный, В. В. Со-
болев. *Теоретическая астрофизика*. Гостехиздат, 1952.
 23. А. Унзольд. *Физика звездных атмосфер*. ИЛ, 1949, стр. 292.
 24. Э. Р. Муфель. *Астр. журн.*, 33, 182, 1956.
 25. O. Struve. *Ap. J.*, 90, 699, 1939.
 26. А. А. Боярчук. *Изв. Крымской астрофиз. обс.*, 17, 127, 1957.
 27. R. B. King, A. S. King. *Ap. J.*, 87, 24, 1938.
-

ИЗУЧЕНИЕ ЭМИССИОННЫХ ПОЛОС В СПЕКТРЕ N HER 1934

Э. Р. Мустель и Р. Н. Кумайгородская

Работа содержит обработку спектров N Her 1934, полученных Г. А. Шайном и В. А. Альбицким на 40" рефлекторе Симеизской обсерватории в январе-марте 1935 г. Дисперсия спектрограмм 36 Å/мм при H_γ . Данные об использованном материале содержатся в табл. 1.

Результаты обработки представлены на фиг. 2, 3 и 4 и в табл. 2. Обсуждены основные закономерности, вытекающие из проведенной обработки. На фиг. 5 представлена зависимость полуширины $\bar{b}_0$ эмиссионных полос от времени. Для большинства рассмотренных полос $\bar{b}_0$ растет со временем и это согласуется с тем, что со временем (считая от максимума блеска) растет средняя скорость истечения газов из звезды [6].

Для дальнейшего обсуждения изменений вида и интенсивности эмиссионных контуров весь изученный промежуток времени разбит на шесть периодов (последний столбец в табл. 1).

Отмечены и кратко обсуждены следующие закономерности:

а) Линии поглощения водорода в спектре главной оболочки крайне узки. Это связывается с очень низкой плотностью последней.

б) Энергия, излучаемая в эмиссионной полосе K Ca II, меньше, чем энергия, излучаемая в полосах $\lambda\lambda$ 4923,9 и 5018,4 Fe II, в то время как для интенсивности соответствующих абсорбционных линий соблюдается обратное.

в) Раздвоение некоторых полос или появление одного красного «пика». Эти явления делаются все более выраженными по мере общего падения блеска звезды (см. также [4]). Во время вторичных максимумов блеска явления раздвоения и «пики» ослабевают. Это связано с тем, что в моменты максимумов блеска усиливается непрерывное истечение газов из звезды, которое маскирует «пики» и двойные выступы, создаваемые главной оболочкой звезды. В это время водородные контуры (особенно H_β) имеют тенденцию становиться плоскими.

г) Отсутствие двух «пиков» в контурах [O I] λ 6300,3 и λ 5577,3 в первый период времени (фиг. 4) объяснено тем, что в это время плотность двух полярных конденсаций в главной оболочке относительно велика и там происходят интенсивные процессы «тушения» излучения в полосах $\lambda\lambda$ 6300,3 и 5577,3 [9].

д) Колебания относительной интенсивности многих эмиссионных полос обусловлены в значительной мере колебаниями блеска звезды. Так, изменения интенсивностей полос λ 6300,3 [O I] и λ 5711—47 N II между 23—24 марта и 25—26 марта практически определялись только изменениями блеска звезды.

В следующей работе представленный здесь материал будет использован для изучения вопроса о происхождении эмиссионных полос в спектрах новых звезд и вопроса о физическом состоянии главной оболочки N Her 1934.

A STUDY OF THE EMISSION BANDS IN THE SPECTRUM OF N HER 1934
by E. R. Mustel and R. N. Kumaigorodskaya. — Spectra of N Her 1934, taken by G. A. Shajn and V. A. Albitsky with the 40" reflector of the Simeis Observatory during

January-March 1935, were studied (see table 1). The dispersion of the spectrograms is $36 \text{ \AA/mm}$ at H_γ .

The results of photometry are given in fig. 2, 3, 4 and in table 2. The main features of emission bands which were derived from this work are discussed.

The dependence of the half-widths $\bar{b}_0$ of the emission bands on time is given in fig. 5. For most of the considered bands $\bar{b}_0$ increases with time and this agrees with the increase of the mean velocity of the continuous outflow of gases with time (counting from light maximum), see [6].

For a further discussion of the variations of the form and intensity of the emission profiles, the whole period of time, for which the spectra are being studied, is divided into six periods (the last column of table 1).

The following features were noted and discussed briefly:

a) The hydrogen absorption lines in the spectrum of the principal envelope are extremely narrow. The authors connect this with the very small density of the envelope.

b) The energy, emitted in the emission band K Ca II is less than that emitted in the bands $\lambda\lambda$ 4923.9 and 5018.4 Fe II, while for the intensities of the corresponding absorption lines the opposite is true.

c) The doubling of some of the bands or the appearance of one red «peak». These phenomena become all the more pronounced as the star grows fainter, see also [4]. During the second light maxima the phenomena of doubling and «peaks» are not so pronounced. This is connected with the fact that at light maxima the continuous outflow of gases from the star is stronger and therefore masks the «peaks» and doubling, which are due to the principal envelope of the star. At this moment the hydrogen profiles, especially that of H_ϵ , have a tendency of becoming flat.

d) The absence of the two «peaks» in the profiles of [O I] λ 6300.3 and λ 5577.3 during the first period of development (fig. 4) is explained by the fact that at this time both polar condensations in the principal envelope are relatively dense and processes of a strong deactivation, connected with the bands λ 6300.3 and λ 5577.3, take place there [9].

e) The variations of the relative intensity of many emission bands are caused, to a considerable degree, by the variations of brightness of the star. Thus, the variations of the intensity of the bands λ 6300.3 [O I] and λ 5711-47 N II between 23-24/III and 25-26/III were practically only connected with the variations of stellar brightness.

The data published here will be used for studying the problem of the origin of emission bands in the spectra of novae and that of the physical state of the principal envelope of N Her 1934.

Цель настоящей работы — изучение эмиссионного спектра N Her 1934 в связи с общим вопросом о происхождении эмиссионных полос в спектрах новых звезд. Работа основана на спектрограммах N Her 1934, полученных Г. А. Шайном (26 спектрограмм) и В. А. Альбицким (3 спектрограммы) в течение первых трех месяцев 1935 г. на $40''$ рефлекторе Симензской обсерватории при помощи однопризмленного спектрографа. Дисперсия всех полученных спектрограмм $36 \text{ \AA/мм}$ у H_γ .

В табл. 1 в первом столбце указаны дни, для которых имеются спектрограммы, во втором столбце — количество спектрограмм, полученных для каждого срока наблюдений, в третьем — визуальные звездные величины N Her 1934, полученные из кривой блеска [1], в четвертом — использованная спектральная область, в пятом — указаны периоды, на которые нами разбит весь материал в соответствии с колебаниями блеска звезды (см. ниже).

Спектрограммы были получены на пластинках: Ilford monarch, Imperial 1200, Hypersensitive panchromatic.

Таблица 1

Дата 1935 г.	n	m_v	Спектральная область	Период
1. I	1	2,6	4922 — К, Са II	I
6. I	2	2,6	$H_\alpha - H_\gamma$	
8. I (утро)	2	2,6	6300 — К, Са II	
8. I (вечер)	2	2,6	5577 — К, Са II	
9. I (утро)	3	2,7	$H_\alpha - K$, Са II	
9. I (вечер)	1	2,7	5018 — К, Са II	
10. I (утро)	1	2,8	6300 — К, Са II	II
9. II	2	2,7	5018 — К, Са II	
16. II	1	3,6	5018 — К, Са II	III
21—22. II	3	3,6	6300 — К, Са II	
15—16. III	1	4,1	$H_\beta - H_\varepsilon$	IV
17—18. III	2	4,1	6300 — H_ε	
19—20. III	1	5,0	$H_\beta - H_\delta$	V
21—22. III	1	5,2	$H_\beta - H_\varepsilon$	
23—24. III	2	5,0	$H_\alpha - 5537$	
25—26. III	4	4,1	$H_\alpha - H_\varepsilon$	VI

При обработке спектрограмм были использованы лишь наилучшие пластинки, по возможности свободные от различных дефектов. Из-за больших различий в интенсивностях верхние части многих эмиссионных полос передержаны, а нижние части линий поглощения недодержаны. Те случаи, где пришлось использовать передержанные участки спектра, нами специально отмечены (см. примечания к табл. 2).

Эмиссионные полосы в спектре N Her 1934 появились 25 декабря 1934 г., вскоре после максимума блеска, и с течением времени меняли свою интенсивность и форму контуров. Первой нашей задачей явилось построение контуров для возможно большего числа эмиссионных полос и для различных моментов времени. Все спектрограммы были промерены на саморегистрирующем микрофотометре типа Молля. Регистрограммы спектров получались с увеличением в 25 раз. отождествление эмиссионных полос было проведено с помощью работы Мак Лафлина [2].

Весь имеющийся в нашем распоряжении материал можно разбить на три части: январские, февральские и мартовские наблюдения. Каждая часть рассматривалась отдельно с точки зрения проведения непрерывного спектра и выбора предназначенных для обработки эмиссионных полос, ибо с течением времени интенсивность некоторых полос убывала, некоторых — возрастала, некоторые старые эмиссионные полосы вообще исчезали, а новые появлялись, изменялось (как правило, росло) блендирование полос и линий и т. д. При проведении непрерывного спектра нами широко использовался атлас спектров N Her 1934, составленный Страттоном и Маннингем [3]. С помощью наших регистрограмм и этого атласа

выбирались те участки спектра, на которых или не было эмиссии и заметных широких линий поглощения, либо можно было подозревать лишь наличие совсем слабой эмиссии. Вслед за этим через указанные участки спектров проводилась линия непрерывного спектра. На фиг. 1 приведена часть регистрограммы спектра N Her 1934 для 9 января 1935 г. (утро) с нанесенной линией непрерывного спектра.

Для обработки были выбраны эмиссионные полосы, которые более или менее свободны от блендирования. Почти для всех этих полос (см. табл. 2) можно проследить изменение их контуров в течение довольно длительного времени. Лишь для некоторых эмиссионных полос с сильным блендированием изученный интервал времени оказался небольшим. Вообще же число полос совсем свободных от блендирования, незначительно. При построении контуров эмиссионных полос учитывалось влияние абсорбционных и эмиссионных бленд, причем для общей ориентировки использовались отдельные контуры, построенные по спектрограммам с большей дисперсией ([4, 5] и др.).

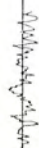
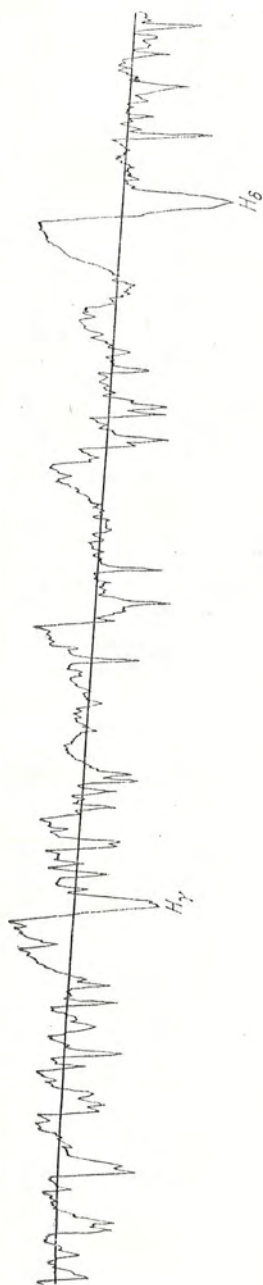
Так как ширина эмиссионных полос в спектрах новых звезд определяется в основном явлениями выброса и последующего движения газов, т. е. доплеровскими смещениями, мы на шкале абсцисс при построении контуров использовали не ангстремы, а километры в секунду. Когда для одного дня имелось несколько спектрограмм, контуры эмиссионных полос усреднялись.

Для того чтобы можно было проследить за изменениями каждой эмиссионной полосы со временем, нами были построены соответствующие графики (фиг. 2, 3 и 4). На этих фигурах n дает число контуров, по которым построен приводимый средний контур.

На фиг. 2 приведены контуры эмиссионных полос H_{β} , H_{δ} , $H_{\epsilon} + H$ (Ca II), K (Ca II), $\lambda 5018,4$ Fe II и $\lambda 4923,9$ Fe II, расположенные (сверху вниз) в порядке возрастания времени. Этот график позволяет изучать не только изменения контуров отдельных полос со временем, но и одновременно сравнивать эти изменения для нескольких полос. Контуры эмиссионной полосы H_{γ} приведены отдельно на фиг. 3, ибо она сильно блендирована линиями железа и других элементов, а поэтому сравнивать ее с другими эмиссионными полосами не имело смысла. На фиг. 4 приведены контуры запрещенных линий кислорода $\lambda 6300,3$ и $\lambda 5577,3$, а также $\lambda 5170$ Fe II и $\lambda 5711-47$ N II.

Нулевые, несмещенные положения эмиссионных контуров (т. е. положения табличных длин волн) были определены при построении фиг. 2, 3 и 4 различными способами:

а) С помощью компаратора измерялись длины волн линий железного спектра, впечатанного с обеих сторон от звезды. После этого с помощью интерполирования находились длины волн заметных эмиссионных пиков или узких абсорбционных линий, накладывающихся на эмиссионный контур. В тех случаях, когда использовалось несколько пиков или абсорбционных линий, бралось среднее положение центра эмиссионного контура.



Фиг. 1. Регистрограмма N Нег 1934 за 19 января 1935 г. (утро), иллюстрирующая проведение непрерывного спектра.

λ	1. I 1935 г.				6. I 1935 г.			
	E_1	E_0	b_0	n	E_1	E_0	b_0	n
6562,8 H $_{\alpha}$					306,7	159,0	1550	1
6456,5 Fe II					9,55	5,45	650	1
6300,3 O I					11,78	7,73	620	1
6236—48 Fe II					7,70	4,53	770	1
5890—96 Na I								
5711—47 N II								
5577,3 O I								
5276,0 Fe II								
5170,0 Fe II								
5018,4 Fe II								
4923,9 Fe II	13,90	8,25	1020	1				
4861,3 H $_{\beta}$	78,50	52,20	1220	1	52,40	26,80	1130	1
4711,5 He I								
4340,5 H $_{\gamma}$	17,20	9,95	1200	1	11,60	9,25	1300	1
4101,7 H $_{\delta}$	7,15	6,05	970	1				
3969,3 H $_{\epsilon}$ + H, Ca II	4,72	3,56	930	1				
3933,8 K, Ca II	4,15	4,18	720	1				

λ	9. I (вечер) 1935 г.				10. I (утро) 1935 г.			
	E_1	E_0	b_0	n	E_1	E_0	b_0	n
6562,8 H $_{\alpha}$					6,25	2,60	550	1
6456,5 Fe II					9,30	4,65	740	1
6300,3 O I					10,03	5,27	900	1
6236—48 Fe II					14,60	11,80	1220	1
5890—96 Na I								
5711—47 N II								
5577,3 O I					4,00	1,84	680	1
5276,0 Fe II					13,60	7,15	850	1
5170,0 Fe II					28,00	15,10	750	1
5018,4 Fe II	26,10	18,10	1000	1	26,30	20,00	1100	1
4923,9 Fe II	19,80	14,30	1100	1	23,10	14,80	1400	1
4861,3 H $_{\beta}$	62,50	38,40	1330	1	86,70	51,70	1250	1
4711,5 He I								
4340,5 H $_{\gamma}$	16,10	12,05	1300	1				
4101,7 H $_{\delta}$	12,90	10,40	1050	1	15,30	11,90	980	1
3969,3 H $_{\epsilon}$ + H, Ca II	7,82	5,75	950	1				
3933,8 K, Ca II	6,50	5,93	820	1	9,05	8,21	850	1

Т а б л и ц а 2

8. I (утро) 1935 г.				8. I (вечер) 1935 г.				9. I (утро) 1935 г.				Примечания
E_1	E_0	b_0	n	E_1	E_0	b_0	n	E_1	E_0	b_0	n	
								293,0	142,5	1450	1	1
8,30	4,48	650	1					5,85	3,36	600	1	
10,01	5,60	700	1					6,01	2,85	650	1	2
11,90	6,20	1000	1					5,05	2,85	770	1	3
8,82	8,17	980	1					7,85	7,54	1100	1	4
2,16	1,13	630	1	2,97	1,73	670	1	2,38	1,43	700	1	5
16,30	9,87	1050	1	25,90	14,30	800	1	9,25	4,63	720	1	
28,30	13,00	750	1	36,80	16,70	750	1	16,05	7,65	610	1	6
24,3	15,20	960	2	13,30	9,47	940	1	15,50	11,00	1000	2	7
21,7	17,80	1250	2	15,40	8,00	1050	2	11,50	6,85	1050	2	8
46,10	31,60	1300	1	44,70	26,70	1050	1	34,20	19,80	1100	2	9
16,40	11,50	1250	1	11,60	8,13	1300	1	11,70	7,08	1250	3	10
12,20	9,15	900	2	11,50	8,30	980	2	8,34	5,35	950	3	11
7,19	5,62	1000	2	6,73	4,30	1100	1	4,42	3,46	950	2	
6,50	5,87	760	2	4,40	3,72	750	1	3,80	3,40	700	2	

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

9. II 1935 г.				16. II 1935 г.				21—22. II 1935 г.				Примечания
E_1	E_0	b_0	n	E_1	E_0	b_0	n	E_1	E_0	b_0	n	
												1
												2
								9,52	5,15	1150	1	3
								32,20	31,30	1350	1	4
								21,32	10,90	740	2	5
								10,50	5,75	975	2	
								47,10	31,20	1170	2	6
22,50	15,40	1200	2	33,40	23,30	1600	1	62,60	34,10	1520	2	7
22,50	15,90	1250	2	43,00	27,50	1380	1	43,10	24,80	1320	3	8
34,20	21,40	1280	1					89,10	65,00	1500	3	9
14,00	11,00	1650	1					21,30	17,60	1400	2	10
10,50	8,57	1120	2	11,50	9,15	1250	1	17,30	14,00	1350	3	11
6,82	5,55	1100	2	6,25	5,15	1100	1	8,84	7,80	1400	2	
6,30	4,67	1020	2	6,51	4,52	950	1	5,63	4,13	1100	2	

λ		15—16. III 1935 г.				17—18. III 1935 г.				19—20. III	
		E_1	E_0	b_0	n	E_1	E_0	b_0	n	E_1	E_0
6562,8	H α										
6456,5	Fe II										
6300,3	O I					149,00	51,50	940	1		
6236—48	Fe II										
5890—96	Na I										
5711—47	N II					27,70	8,95	1250	1		
5577,3	O I					11,81	5,50	700	1		
5276,0	Fe II										
5170,0	Fe II										
5018,4	Fe II										
4923,9	Fe II										
4861,3	H β	71,40	44,00	1370	1	54,60	43,10	1770	2	116,20	90,30
4711,5	He I	5,30	3,24	1250	1					8,10	6,35
4340,5	H γ	24,90	21,70	1600	1	28,50	24,00	1500	2	31,10	26,80
4101,7	H δ	20,00	16,90	1780	1	16,00	12,50	1600	2	33,00	26,50
3969,3	H ϵ + H, Ca II	6,48	5,42	1500	1	5,19	4,78	1600	2		
3933,8	K, Ca II										

Примечания:

1. Из-за больших различий в интенсивностях все эмиссионные полосы в верхней части передержаны, а в нижней части недодержаны.
2. Эмиссионная полоса λ 6300,3 [O I] на спектрограммах за 8.I (y), 10.I (y), 17—18. III. и 25—26. III передержана.
3. λ 6236—48 на спектрограммах за 8.I (y) и 10.I (y) передержана.
4. λ 5890—96 на спектрограммах за 8.I (y) и 10.I (y) передержана.
5. λ 5577,3 [O I] на одной спектрограмме за 21—22.II передержана.

б) Для определения нулевых положений некоторых изучавшихся нами эмиссионных полос (в частности H β , λ 4924 Fe II, H δ и K, Ca II) использовалась работа Вильямса [4].

Контролем правильности находимых нами нулевых положений эмиссионных полос являлось (по крайней мере для некоторых линий) смещение абсорбционного компонента II, которое бралось из [2].

Положение центров эмиссионных полос необходимо знать для настоящей работы лишь для отождествления отдельных мелких структурных особенностей в эмиссионных контурах и изучения изменения их со временем. Для этого вполне достаточна та точность, с которой эмиссионные контуры нанесены на фиг. 2, 3, 4 (нулевые положения отмечены более длинными вертикальными черточками).

Материалы, представленные на фиг. 2, 3 и 4, частично перекрываются результатами Вильямса [4]. Однако целый ряд эмиссионных полос, изученных нами, Вильямс не рассматривал. Как правило, не совпадают и даты, для которых построены контуры в обоих исследованиях. Таким

Таблица 2 (окончание)

1935 г.		21—22. III 1935 г.				23—24. III 1935 г.				25—26. III 1935 г.				Примечания
b_0	n	E_1	E_0	b_0	n	E_1	E_0	b_0	n	E_1	E_0	b_0	n	
						728,70	344,00	2525	2	292,40	143,00	2000	1	1
						85,10	43,00	900	1	44,50	16,80	800	1	2
														3
														4
						46,50	19,30	1420	1	15,50	6,50	1250	1	
						16,45	7,37	800	1					5
														6
														7
														8
1630	1	106,20	86,80	1650	1					26,30	23,00	1710	3	9
1450	1									6,53	3,18	1070	3	
1450	1	23,60	22,10	1700	1					10,22	9,45	1550	3	10
1650	1	39,80	32,80	2200	1					9,15	7,40	1650	3	11
		12,90	7,60	1660	1					2,62	2,32	980	2	

6. Верхняя часть полосы λ 5170,0 Fe II на спектрограмме за 8.I (y) и на одной спектрограмме за 21—22. II. передержана.

7. Верхняя часть полосы λ 5018,4 на одной спектрограмме за 9.II передержана.

8. Верхняя часть полосы λ 4923,9 на спектрограмме за 8.I (y) передержана.

9. Верхняя часть H_{β} на спектрограммах за 8. I (y), 9.I (v) и на двух спектрограммах за 21—22. II передержана.

10. Верхняя часть H_{γ} на двух спектрограммах за 17—18.III передержана.

11. Верхняя часть H_{δ} на одной спектрограмме за 8.I (y) передержана.

образом, наши исследования и исследования Вильямса дополняют друг друга. Это очень важно, поскольку наибольший интерес представляет изучение изменений интенсивностей и формы контуров эмиссионных линий во время вторичных колебаний блеска звезды. Для этого необходимы как можно более частые наблюдения и использование как можно большего числа полос.

Для всех изученных эмиссионных полос были определены значения следующих величин, приведенных в табл. 2:

E_1 — энергия, излучаемая во всей части эмиссионного контура, расположенной с длинноволновой стороны от примыкающей линии поглощения.

E_0 — энергия, излучаемая во всей части эмиссионного контура, расположенной с длинноволновой стороны от несмещенного положения полосы.

Энергии E_1 и E_0 отнесены к энергии, излучаемой в непрерывном спектре звезды, и выражены в ангстремах.

b_1 и b_0 — ширины, соответствующие эмиссиям E_1 и E_0 , выраженные в километрах в секунду (в табл. 2 приводятся только значения b_0).

n — число использованных контуров.

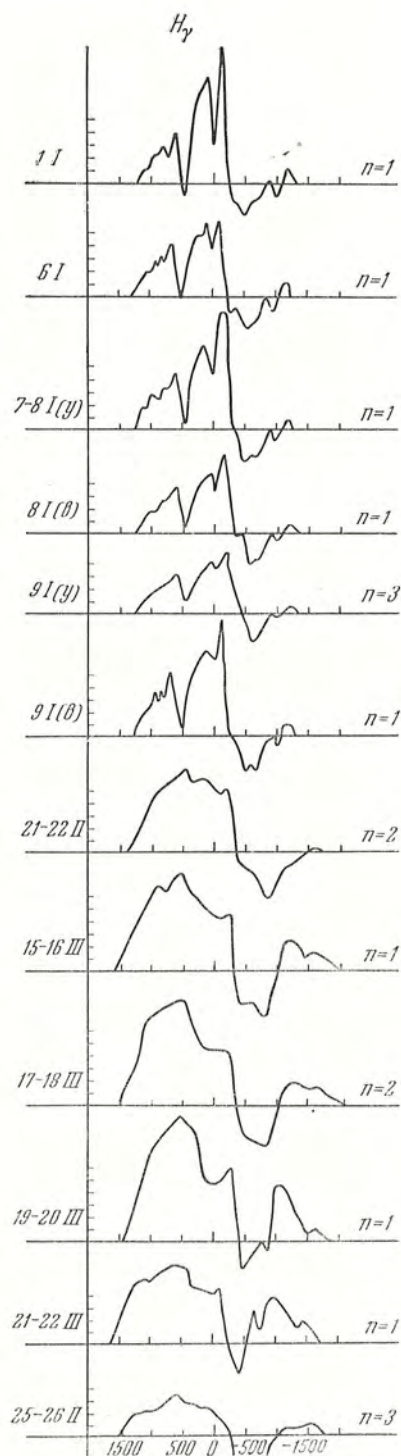
Как уже указывалось, весь материал был разбит на шесть периодов (табл. 1), учитывая как перерывы в наблюдениях, так и находящиеся звезды во вторичном максимуме или минимуме блеска, причем, разумеется, эти минимумы и максимумы следует понимать только относительно, ибо средний блеск звезды в течение всего изученного промежутка времени постепенно убывал.

Перечислим некоторые наиболее интересные факты, вытекающие из рассмотрения фиг. 2, 3, 4 и табл. 2. При этом следует иметь в виду, что контуры эмиссионных полос, расположенных в красной части спектра, в сильной степени обременены инструментальными эффектами. Так, ширина линий λ 5577,3 и λ 6300,3 [O I] имеет в значительной степени инструментальное происхождение; в действительности эта ширина меньше, чем следует из фиг. 4 и табл. 2. В таких случаях мы можем говорить лишь об общих качественных характеристиках и изменениях контуров.

Обратимся к рассмотрению хода величин b_0 со временем. Эти величины были усреднены по периодам, после чего были построены зависимости полученных средних значений $\bar{b}_0$ от периода для изученных эмиссионных полос. Эти зависимости приведены частично на фиг. 5; из них следует, что для рассмотренных полос $\bar{b}_0$ вообще увеличивается со временем, но в конце марта появляется тенденция к их уменьшению. То же самое намечается и для некоторых других полос, не нанесенных на фиг. 5 (см. табл. 2).

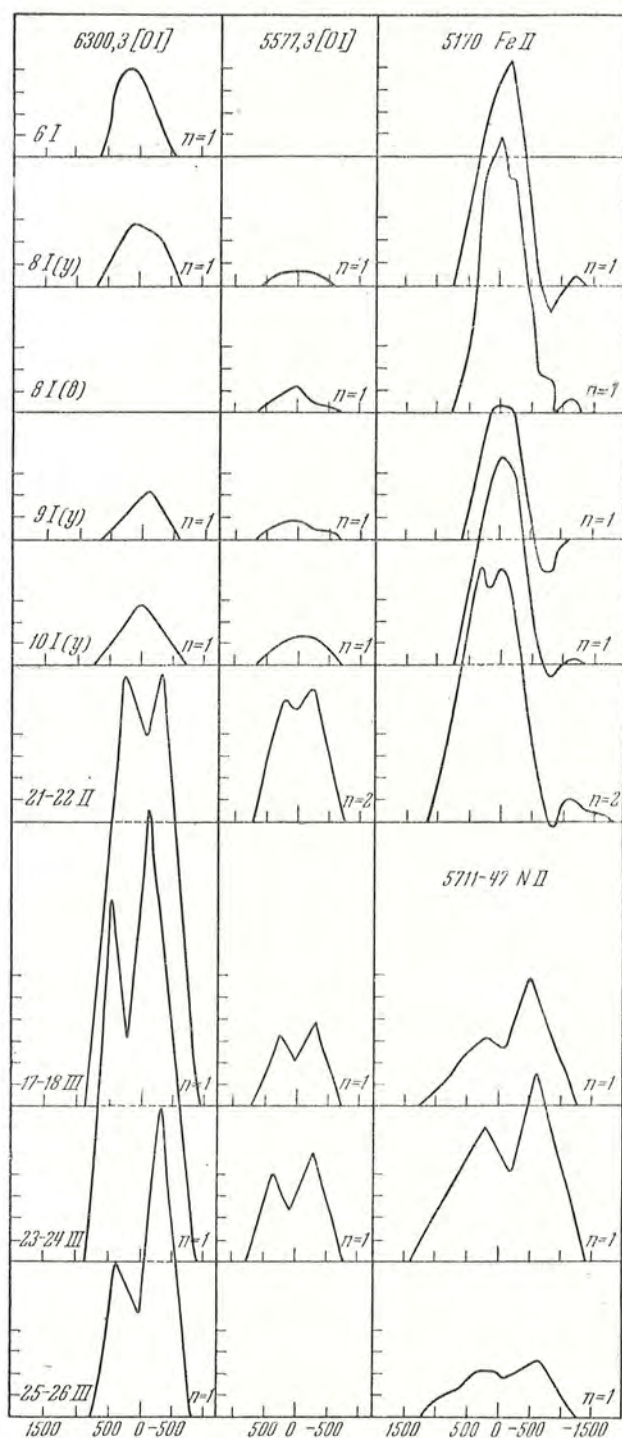
Увеличение $\bar{b}_0$ со временем может быть следствием действия двух факторов: а) увеличения со временем общего числа излучающих и поглощающих атомов, образующих яркие полосы; при наличии самопоглощения ширина эмиссионных полос растет с увеличением поглощающих атомов; б) увеличения средней скорости истечения газов из звезды. Дело в том, что главная оболочка N Нег 1934 имела относительно небольшую скорость расширения, менявшуюся с конца декабря до конца марта от 300 до 400 км/сек [6]. Ширины же полос, представленных на фиг. 2, 3, 4 и 5, были обусловлены в основном процессами непрерывного истечения газов из звезды, создававшего диффузно-искровой и частично (не для всех изучавшихся нами линий) орионов спектры Новой.

Ряд фактов говорит в пользу того, что основным фактором, определявшим изменение ширин эмиссионных полос, представленных на фиг. 5, был второй из вышеуказанных, а именно, изменение средней скорости истечения газов из звезды. Действительно, из фиг. 3 работы Мак Лафлина [6] следует, что центр тяжести всех компонент, составлявших абсорбционный диффузно-искровой спектр звезды, смещался с декабря 1934 г. до середины февраля 1935 г. в сторону больших скоростей, после чего в конце марта этот центр тяжести сместился в сторону меньших скоростей. Наиболее надежными эмиссионными по-



Фиг. 3. Контуры эмиссионной полосы H_{γ} .

Масштаб такой же, как и у эмиссионных полос водорода на фиг. 2. С левой стороны каждого контура указаны даты.



Фиг. 4. Контуры эмиссионных полос λ 6300,3 [OI], λ 5577,3 [OI], λ 5170 Fe II и λ 5711-47 N II.

Масштаб такой же, как и у полос металлов на фиг. 2.
С левой стороны указаны даты.

лосами для решения вопроса об изменении скорости истечения являются полосы водорода. Все они (H_β , H_γ , ...) дают примерно одинаковое значение b_0 и лишь ширина H_α оказывается систематически большей. Однако линия H_α не дает надежных результатов: она очень ярка, расположена в красной части спектра, где дисперсия низка, и инструментальные искажения играют для нее существенную роль. Большая ширина H_α может быть частично обусловлена просто значительным числом атомов, создающих эту полосу. В пользу возможной роли этого эффекта говорит наличие некоторой слабой тенденции уменьшения ширины эмиссионных полос водорода от H_β в сторону более высоких членов серии (см. табл. 2).

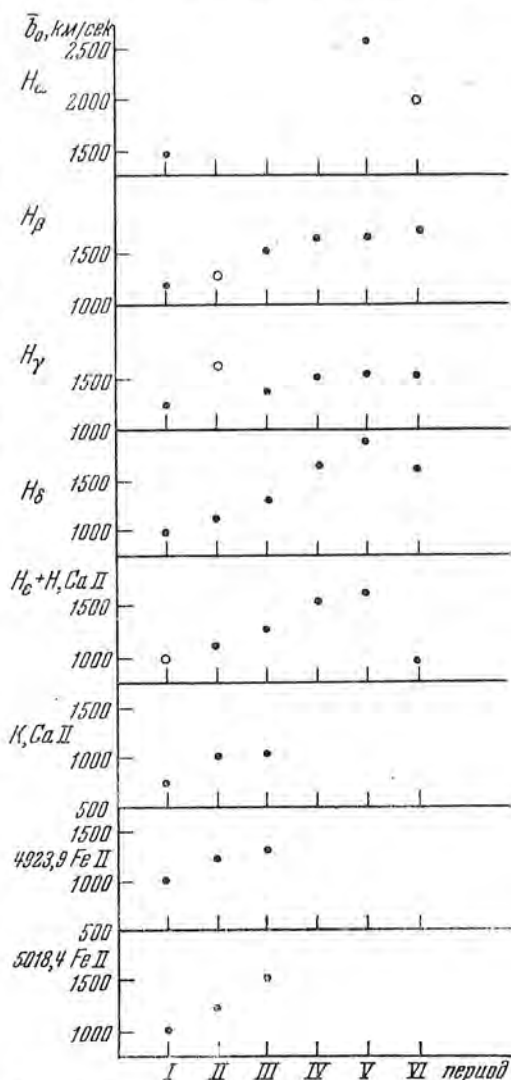
В большинстве случаев величины E_0 и E_1 для рассмотренного промежутка времени (январь—март) растут со временем. Чтобы выяснить, в какой мере этот рост обусловлен ростом ширины полос, мы построили для ряда полос зависимость между E_0 и b_0 . Для большинства линий четкой однозначной зависимости не получилось.

Перейдем теперь к описанию изменений контуров эмиссионных полос для каждого периода.

Первый период включает спектрограммы N Her 1934 за 1 января, 6 января, 8 января (у) и (в), т. е. утро и вечер, 9 января (у) и (в), 10 января (у). Этот период соответствует двум вторичным максимумам на кривой блеска, m_0 в среднем 2,6—2,7.

Можно заметить следующие характерные особенности в эмиссии и поглощении для рассматриваемого периода, причем часть из них распространяется и на более поздние периоды:

1) Ширина эмиссионной полосы H_β немного больше, чем ширина полос других элементов.



Фиг. 5. Зависимость b_0 от периода для ряда полос.

Точки — средние значения b_0 для тех периодов, которые основаны на двух и большем числе дней; кружки — периоды, основанные на одном дне.

2) Линия поглощения главного спектра у водородных полос весьма узка, уже, чем в спектрах сверхгигантов классов F0—F5. Это наблюдалось и в момент максимума блеска [7]. По-видимому, малая ширина линий поглощения водорода в спектре главной оболочки обусловлена низким значением электронной концентрации n_e в этом случае. Данное предположение требует специального рассмотрения.

3) Энергия, излучаемая в полосе K, Ca II, меньше, чем энергия, излучаемая в полосах λ 4923,9 и λ 5018,4 Fe II, в то время как для интенсивности абсорбционных линий соблюдается обратное. Эти различия связаны с различиями в механизме возбуждения атомов Ca II и Fe II в главной оболочке и газовых конденсациях, создающих диффузно-искровой спектр. Большая интенсивность линии поглощения K, Ca II обусловлена тем, что это резонансная линия, возникающая в главной оболочке.

4) Эмиссионная полоса $H_\epsilon + H$, Ca II шире, чем K, Ca II, очевидно, вследствие влияния линии H_ϵ .

5) Причины изменений интенсивности линии H_β : ослабления до 9 января включительно и последующего усиления, не ясны.

Второй период включает только спектрограммы за 9 февраля 1935 г. Он также соответствует одному из вторичных максимумов на кривой блеска ($m_v \approx 2^m 6$). В этот день контуры почти всех эмиссионных полос (H_γ ; H_δ ; $H_\epsilon + H$, Ca II; λ 4923,9 Fe II; λ 5018,4 Fe II; λ 5276,0 Fe II; λ 6236—48 Fe II и др.) более широки и более плоски, чем ранее. Первое связано с увеличением средней скорости непрерывного истечения газов (см. выше), второе, по-видимому, с увеличением эффектов самопоглощения. Как известно, эти эффекты всегда делают контуры эмиссионных полос более пологими. 9 февраля намечается раздвоение λ 4923,9 и λ 5018,4 Fe II — явление, которое начинает играть все большую роль у различных эмиссионных полос к концу всего изученного нами периода. Это раздвоение полос связано с наличием в главной оболочке N Her 1934 двух конденсаций, существующих в главных оболочках практически всех новых звезд [8]. Появление в некоторый момент двух максимумов в эмиссионных полосах говорит о том, что к этому моменту «маскирующее» влияние непрерывного истечения ослабевает и начинает выделяться излучение, создаваемое полярными конденсациями главной оболочки.

В заключение отметим, что для второго периода имеют место явления, описанные в пунктах 1 и 3 первого периода.

Третий период включает 16 февраля и 21—22 февраля. Он соответствует двум вторичным минимумам на кривой блеска, причем $m_v \approx 3^m 6$. Интенсивность излучения H_β и полос λ 4923,9 и λ 5018,4 усилилась по сравнению со вторым периодом, а интенсивности эмиссионных полос H_δ , $H_\epsilon + H$, Ca II и K, Ca II остались теми же. Двойные эмиссионные максимумы (пики) у полос λ 4923,9 и λ 5018,4 стали более отчетливыми. Те же пики появились и у полос λ 5170 Fe II, а также и D_1 и D_2 Na I. Возможно, раздвоение двух последних полос имело место и во

втором периоде, но мы не располагали для него спектрограммами, охватывающими желтую часть спектра.

У линий К, Ca II и $H_\epsilon + H$, Ca II наблюдается эмиссионный пик со смещением, приблизительно равным $+300 \text{ км/сек}$, считая от нулевого положения. Этот длинноволновый пик, особенно для полос водорода, подробно обсужден в [4]. У таких полос, как полосы водорода и кальция с примыкающими широкими линиями поглощения, второй эмиссионный максимум, т. е. коротковолновый «пик», отсутствует, поскольку он совпадает по своему положению с этими линиями поглощения.

Интересно отметить, что, несмотря на наличие пиков в полосах металлов и [O I] (см. далее), пики у H_δ еще не появились; это, без сомнения, обусловлено тем, что для водородных линий непрерывное истечение газов играет особенно большую роль и поэтому его маскирующий эффект сохраняется дольше всего.

О контурах запрещенных эмиссионных полос [O I] $\lambda 6300,3$ и $\lambda 5577,3$ можно сказать следующее. Раздвоение полосы $\lambda 5577,3$ появилось на спектрограмме за 21—22 февраля (для 16 февраля у нас нет спектрограмм в этом участке спектра). О раздвоении $\lambda 6300,3$ ничего сказать нельзя, так как соответствующий участок спектра для 21—22 февраля очень передержан. Интересно, что для рассматриваемого периода интенсивность излучения полос для $\lambda 5577,3$ и $\lambda 6300,3$ по сравнению с первым и вторым периодами увеличилась.

Как указывалось выше, ширина полос [O I] $\lambda 6300,3$ и $\lambda 5577,3$ на наших спектрограммах в значительной степени обусловлена инструментальными эффектами. Однако наши заключения об общих свойствах контуров, а именно, отсутствие отчетливо выраженных максимумов на краях полос в более ранний период времени и появление их позже, не вызывает, конечно, никакого сомнения и согласуется с результатами, полученными с большей дисперсией [5]. Отсутствие в первый период развития звезды заметных эмиссионных пиков у полос [O I], возникающих, судя по всему, только в главной оболочке, может быть объяснено, по-видимому, следующим образом. Вначале полярные конденсации главной оболочки были весьма плотными и это приводило к гашению эмиссии [O I] в этих конденсациях электронным ударом [9]. Впоследствии эти эффекты уменьшались из-за увеличившегося разрежения оболочки, что привело к возникновению двух максимумов.

Общее увеличение относительной интенсивности полос [O I] от второго к третьему периоду обусловлено частично ослаблением блеска звезды, на фоне непрерывного спектра которой наблюдаются эти полосы; частично — увеличением электронной температуры оболочки.

Четвертый период включает 15—16 марта и 17—18 марта и соответствует вторичным максимумам кривой блеска ($m_v \approx 4^m 1$). Для этого периода характерно следующее. Полосы H_β и H_γ имеют примерно одинаковую ширину. Контур H_δ стал еще более плоским, особенно 17—

18 марта. Пик на контуре H_z , который является одним из двух максимумов, создаваемых поляриными шапками, 15—16 марта выделяется весьма отчетливо. Этот пик, принадлежащий, по-видимому, H , $Ca II$, появился на спектрограммах еще раньше.

Полоса $\lambda 6300,3$ [O I] впервые на наших спектрограммах показала раздвоение, и интенсивность ее сильно увеличилась по сравнению с первым периодом. Полоса $\lambda 5577,3$ [O I] также раздвоена.

Пятый период включает спектрограммы за 19—20 марта и 21—22 марта. Он соответствует минимуму на кривой блеска, причем $m_v \approx 5^m0$. Относительная интенсивность почти всех полос излучения заметно увеличилась, кроме полосы H_γ , которая сильно блендирована линиями поглощения и эмиссией $Fe II$; по-видимому, изменения интенсивности полосы H_γ и линии $Fe II$ как-то компенсируют друг друга.

Существенно увеличилась эмиссия с фиолетовой стороны линий поглощения H_β , H_γ , H_δ , H_z , по-видимому, в значительной мере за счет общего увеличения интенсивности эмиссии в этот период.

Появился эмиссионный пик у H_β и особенно отчетливый у H_δ . При H_z этот пик также усилился. Пик при H_β можно считать реальным, ибо при переходе от эмиссионного пика к линии поглощения наблюдается некоторой перегиб в контуре. Для эмиссионных полос H_z , $\lambda 6300,3$ и $\lambda 5577,3$ [O I] имеются спектрограммы за 23—24 марта. В это время минимум на кривой блеска еще продолжался. Интенсивность излучения этих полос также увеличена, причем наблюдается их раздвоение.

Шестой период включает спектрограммы за 25—26 марта. Он соответствует одному из вторичных максимумов кривой блеска ($m_v \approx 4^m0$). Интенсивность полос излучения H_β и H_δ резко упала, причем эмиссионные пики этих полос практически исчезли. Интенсивность полос излучения H_γ и H_z также ослабла. Эмиссионные полосы вновь приобрели «плоский» характер. На контуре H_z остался еще намек на эмиссионный пик, но это, очевидно, результат влияния H , $Ca II$.

Эта замена одного вида контуров на другой, несомненно, связана с изменением мощности непрерывного истечения газов из звезды. В моменты вторичных максимумов блеска мощность истечения больше, чем в моменты минимумов, и, следовательно, именно в моменты максимума блеска непрерывное истечение маскирует эмиссионные выступы, создаваемые главной оболочкой.

При переходе от пятого периода к шестому наблюдаются следующие явления:

а) Ширина большинства эмиссионных полос уменьшилась, что, как мы уже указывали, связано, по-видимому, с уменьшением средней скорости истечения газов. Известную роль должно играть, однако, и то обстоятельство, что уменьшение интенсивности полос при наличии бленд тоже влияет на определяемую ширину эмиссии.

б) Резко уменьшились ширины H_z , что может быть связано с тем, что роль эмиссии H , $Ca II$ за эти два дня заметно уменьшилась.

в) Интенсивность эмиссионной полосы H_{α} упала и наблюдается ее раздвоение. Может быть, раздвоение имелось уже 23—24 марта, но участок спектра с H_{α} за это число очень передержан.

г) Сильно упала интенсивность излучения полос λ 6300,3 и λ 5577,3, а также λ 5711—47 N II, но по-прежнему наблюдалось раздвоение этих полос.

Колебания интенсивностей запрещенных полос [O I] λ 5577,3 и λ 6300,3 показывают, что в этих колебаниях большую роль играют изменения блеска звезды. Полосы λ 6300,3 и λ 5577,3 возникают только в главной оболочке, которая прозрачна в частотах рассматриваемых полос. Кроме того, из-за малой плотности газов в оболочке и большой продолжительности жизни метастабильных состояний, создающих рассматриваемые полосы, излучаемая в них энергия (ее абсолютное значение) не может быстро изменяться. Поэтому можно считать, что энергия, излучавшаяся самой оболочкой в полосах λ 6300,3 и λ 5577,3, не изменилась заметно за два дня, прошедшие от пятого к шестому периоду. За это время блеск звезды возрос на одну величину, т. е. в 2,5 раза, во столько же раз уменьшилась относительная интенсивность полос λ 6300,3 и λ 5577,3. По-видимому, и для остальных полос колебания их относительной интенсивности в значительной степени определялись колебаниями энергии, излучаемой звездой в непрерывном спектре.

В следующей работе предполагается провести более подробное обсуждение всех рассмотренных выше спектроскопических фактов, в основном с точки зрения механизма образования эмиссионных полос. Кроме того, указанные факты будут использованы для изучения физических условий в главной оболочке.

В заключение авторы выражают благодарность Г. Н. Шараповой за помощь в обработке спектрограмм.

Л и т е р а т у р а

1. H. K r u m p h o l z. Mitt. Wiener Sternwarte, № 4, 24, 1935.
2. D. B. M c L a u g h l i n. Publ. Obs. Univ. Michigan, 6, № 12.
3. F. J. M. S t r a t t o n a. W. H. M a n n i n g. Atlas of spectra of Nova Her, 1934.
4. E. G. W i l l i a m s. Monthly Notices Roy. Astron. Soc., 99, 91, 1938.
5. P. W. M e r r i l l. Ap. J., 85, 62, 1937.
6. D. B. M c L a u g h l i n. Ap. J., 119, 124, 1954.
7. Э. Р. М у с т е л ь и М. Е. Б о я р ч у к. Настоящий том, стр. 86.
8. Э. Р. М у с т е л ь. Астр. журн., 33, 182, 1956.
9. M. S e a t o n. Gas dynamics of cosmic clouds (a symposium). Amsterdam, 1955, стр. 75.

ГАММА КАССИОПЕИ В 1941 году

А. А. Боярчук

Изложены результаты наблюдений γ Cas в 1941 г., показано, что оболочка не менялась заметно в течение периода наблюдений. Оказалось, что вид контуров линий нельзя объяснить с точки зрения гипотезы о вращающейся и пульсирующей оболочке. Для объяснения вида контуров линий и их изменений предложена гипотеза циркуляции вещества в оболочке.

GAMMA CASSIOPEIAE IN 1941, by A. A. Boyarchuk. — The results of observations of γ «Cas» in 1941 are given. It is shown that there was no noticeable change in the envelope during the period of observations. It was found that the line profiles cannot be explained from the point of view of the hypothesis of a rotating and pulsating envelope. In order to explain the line profiles and their variations a hypothesis of the circulation of matter in the envelope is proposed.

В настоящей статье используются спектрограммы, полученные В. Ф. Газе [1] на спектрографе 40" телескопа Симеизской обсерватории с дисперсией 36 Å/мм у H_{γ} . Все пригодные для фотометрического изучения спектрограммы были измерены на саморегистрирующем микрофотометре типа Молля с увеличением в 50 раз. На основании регистрограмм были определены обычным путем контуры и эквивалентные ширины различных линий. В таблице представлены эквивалентные ширины линий в спектре γ Cas, n обозначает число спектрограмм, использованных для определений эквивалентных ширины линий.

Эмиссионный спектр оболочки очень слабый. В эмиссии наблюдаются лишь водородные линии H_{α} , H_{β} и, возможно, H_{γ} . В линиях H_{δ} и последующих, по-видимому, эмиссии нет. Все наблюдаемые эмиссионные компоненты имеют довольно слабую интенсивность. На фиг. 1 представлены контуры линий H_{β} , H_{γ} и H_{δ} .

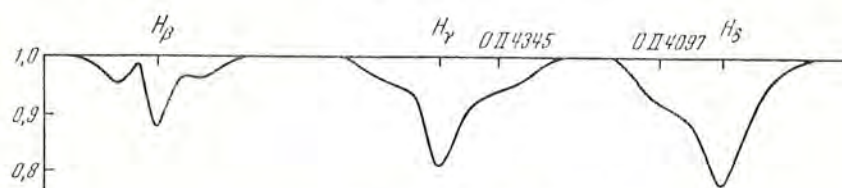
Линия поглощения оболочки уверенно обнаружена лишь у H_{β} . Возможно, она существует у H_{α} , но здесь небольшая дисперсия (порядка 140 Å/мм) не позволяет ее обнаружить. Все это говорит о том, что в этот период времени γ Cas обладала незначительной оболочкой.

Эквивалентные ширины размытых линий поглощения, возникающих в атмосфере звезды, не показывают систематических изменений в течение времени наблюдения. Для большей уверенности, чтобы уменьшить влияние случайных ошибок, мы сравнивали числа атомов в атмосфере звезды над 1 см² фотосферы на втором энергетическом уровне, т. е.

Т а б л и ц а 1

λ	Элемент	W_λ	n	λ	Элемент	W_λ	n
6563	H $_{\alpha}$	4,82	5	3995	N II	0,10	2
4922	He I	0,50	9	3970	H $_{\varepsilon}$	1,62	6
4861	H $_{\beta}$	—	7				
4713	He I	0,28	2	3927	He I	0,25	6
4686	He II	0,20	4	3889	H $_{\delta}$	1,50	8
4676		0,19	2	3835	H $_{\gamma}$	1,90	10
4649	O II, C III	0,57	4	3820	He I	0,69	8
4641	O II, N II	0,25	4	3798	H $_{10}$	1,93	9
4631	N II	0,14	4	3770	H $_{11}$	1,17	9
4575	Si III	0,10	1	3750	H $_{12}$	0,80	9
4568	Si III	0,12	1	3734	H $_{13}$	0,43	6
4553	Si III	0,20	2	3722	H $_{14}$	0,34	6
4481	Mg II	0,10	5	3712	H $_{15}$	0,27	7
4471	He I	0,65	5	3705	H $_{16}$ He I	0,46	7
4415	O II	0,20	4	3697	H $_{17}$	0,12	3
4388	He I	0,46	4	3692	H $_{18}$	0,14	2
4340	H $_{\gamma}$	1,80	5	3694	He I	0,35	1
4144	He I	0,40	4				
4120	He I, O II	0,41	3				
4107	H $_{\delta}$	1,58	5				
4076—70	O II	0,50	2				
4043		0,29	3				
4026	He I	0,55	5				
4009	He I	0,25	5				

величины $N_{02}H$ для различных моментов наблюдений, определенные по линиям, возникающим в атмосфере звезды, а не в ее оболочке. Средняя кривая зависимости $\lg N_{02}H$ от номера линии представлена

Фиг. 1. Контуры линий H $_{\beta}$, H $_{\gamma}$ и H $_{\delta}$.

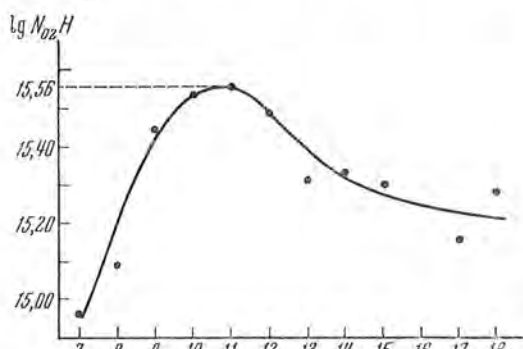
на фиг. 2. Оказалось, что величины $\lg N_{02}H$ остаются постоянными в пределах точности наблюдения и равны в среднем 15,56. Постоянство величины $\lg N_{02}H$ означает, что непрерывное поглощение оболочки не меняется в течение наблюдений, и по-видимому, незначительно. О неизменности оболочки в течение наблюдений свидетельствует также постоянство величины эмиссии, вида контуров и величины лучевой скорости.

Обращает на себя внимание тот факт, что в течение всего периода наблюдений отношение интенсивности фиолетовой компоненты к интен-

сивности красной, V/R , было больше единицы. Если считать, что линии излучения возникают во вращающейся и пульсирующей оболочке, то $V/R > 1$ означает сжатие оболочки [2]. Мы можем подсчитать время, за которое оболочка сожмется полностью и ее материя возвратится на поверхность звезды. Это время можно определить по формуле

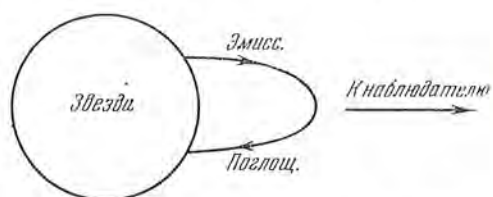
$$t = \frac{R_{об} - R_{зв}}{v}, \quad (1)$$

где через $R_{об}$ и $R_{зв}$ обозначены радиус оболочки и радиус звезды соответственно, а v — скорость сжатия оболочки, которую для простоты будем считать постоянной. Для большинства звезд $R_{об} - R_{зв} = 2R_{зв} = 7 \cdot 10^{11}$ см [3]. Скорость движения оболочки по отноше-



Фиг. 2. Зависимость величины $\lg N_{02H}$ от номера линии.

нию к звезде мы не знаем точно, но порядок величины мы можем определить следующим образом. Контуры эмиссионных линий в спектре γ Cas в 1941 г. в течение четырех месяцев не изменяли заметно свой вид и положение их центральных поглощений соответствовало скорости в среднем $+17$ км/сек и отношение $V/R > 1$, в то время как в 1940 г. в момент наблюдений, когда $V/R = 1$, т. е. оболочка неподвижна по отношению к звезде, наблюдаемая скорость оболочки была равна -10 км/сек. Следовательно, если принять во внимание точность определения лучевых скоростей, можно считать, что оболочка сжимается со скоростью порядка 10 км/сек. Непосредственные определения скорости сжатия оболочек некоторых Ве-звезд дают в среднем $+2$ км/сек [3].



Фиг. 3. Схема циркуляции вещества в оболочке.

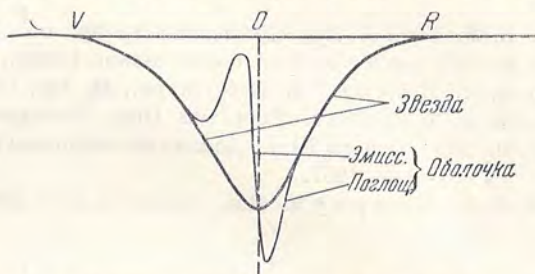
Таким образом, если мы примем скорость сжатия оболочки $1-10$ км/сек, то время сжатия будет равно $10-100$ дням. Это означает, что оболочка γ Cas должна была бы исчезнуть за время наблюдений. А так как она не исчезла и даже не уменьшилась заметно, то, по-видимому, гипотеза о пульсирующей оболочке в этом случае неверна.

Наличие величины $V/R > 1$ в течение продолжительного времени не является редкостью у Ве-звезд. Наблюдения γ Cas в 1952—1956 гг. показывают в течение всего этого периода отношение $V/R > 1$. В спектрах звезд α Dra [4], HD 20336, π Aql и β^1 Mon [5] также наблюдается величина отношения $V/R > 1$ в течение длительного времени. Все эти наблюдения говорят о том, что наблюдаемое отношение $V/R > 1$ и смещение резкой линии поглощения оболочки в сторону больших длин

волн нельзя интерпретировать как сжатие всей оболочки. К подобному выводу пришел и Мак Лафлин [5].

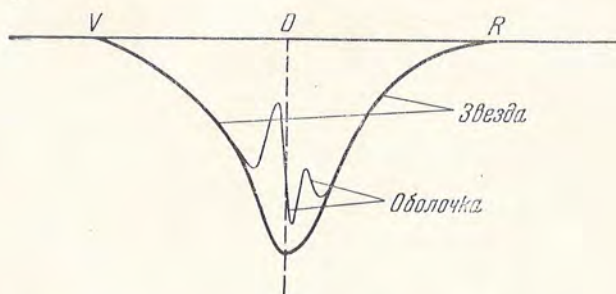
Для объяснения вышеизложенных фактов наблюдений можно предложить следующее. Как было показано раньше, у большинства звезд Ве не существует непрерывного истечения материи [3], а материя выбрасывается в виде отдельных выбросов в сильно ионизованном состоянии из глубоких слоев звезды [6].

Выброшенная горячая материя высвечивается и стремится охладиться до состояния, равновесного с излучением звезды, и, уже несколько охладившись, возвращается на поверхность звезды. В такой «циркулирующей» оболочке и возникают линии излучения и поглощения оболочки.



Фиг. 4. Схематический контур линии в случае невращающейся оболочки.

Линии излучения возникают в основном в горячих выбрасываемых массах газа (фиг. 3) и смещены в коротковолновую сторону спектра; линии поглощения возникают в основном в тех массах газа, которые, уже несколько охладившись, опускаются на поверхность звезды, и поэтому они смещены в длинноволновую сторону спектра. Эти обе линии



Фиг. 5. Схематический контур линии в случае вращающейся оболочки.

накладываются на широкую линию поглощения звезды, и в результате мы получим контур, изображенный на фиг. 4. Вращение звезды и оболочки, наличие градиента скорости в оболочке приведут к тому, что эмиссия и поглощение будут налагаться друг на друга и мы будем иметь контур, подобный тому, который представлен на фиг. 5. Изменения вида контура, величины отношения V/R могут обуславливаться изменениями характера выбрасывания и возвращения материи, температурой выброшенной материи, скоростью ее охлаждения и т. д.

Изложенная выше гипотеза о циркуляции материи в оболочке качественно объясняет вид контуров линий в спектрах Ве-звезд. Из-за недостатка данных наблюдений сейчас трудно дать количественную теорию.

Однако аналогия с возвратными протуберанцами и хромосферой несколько подтверждает предложенную гипотезу.

В заключение выражаю благодарность Г. Н. Шараповой за помощь в обработке спектрограмм γ Cas.

Литература

1. В. Ф. Газе. Изв. Крымской астрофиз. обс., 1, ч. I, 59, 1947.
2. D. McLaughlin. Popul. astron. tidskr., 46, 361, 1938.
3. А. А. Боярчук. Астр. журн., 34, 193, 1957.
4. R. H. Curtiss. Publ. Obs. Univ. Michigan, 4, 163, 1932.
5. D. McLaughlin. Доклад на коллоквиуме «Звезды с эмиссионными линиями» в г. Льеже, 1957.
6. А. А. Боярчук. Изв. Крымской астрофиз. обс., 19, 165, 1958.



Рис. 2. Профиль линии γ Cas.

В заключение выражаю благодарность Г. Н. Шараповой за помощь в обработке спектрограмм γ Cas.

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЛИНИЙ ПОГЛОЩЕНИЯ В СПЕКТРАХ 109 ЗВЕЗД O5—B7

И. М. Копылов

Для 109 звезд спектральных классов O5—B7 (см. табл. 1) были определены эквивалентные ширины всех линий поглощения H, He I, He II и наиболее интенсивных линий других элементов: O III, O II, Si IV, Si III, Si II, N III, N II, C III, C II, Mg II, Ca II (см. табл. 2) в спектральном интервале $\lambda\lambda$ 3700—5000 Å. Спектрограммы с дисперсией 75 Å/мм у H_γ были получены на большом спектрографе 1220-мм рефлектора Крымской астрофизической обсерватории.

Всего отобрано и обработано 760 спектрограмм, в среднем по семь спектрограмм для каждой звезды. Пластины калибровались с помощью ступенчатой щели на том же спектрографе. Все спектрограммы были промерены на саморегистрирующем микрофотометре типа Мольт. Регистрограммы обрабатывались обычным путем. Эквивалентная ширина каждой линии поглощения находилась в среднем по трем-четырем определениям. Всего проведено около 12 000 отдельных определений W_λ . Средняя вероятная ошибка одного определения колеблется от $\sim 20\%$ для $W_\lambda < 0.5$ Å до $\sim 4.5\%$ для $W_\lambda > 8.0$ Å (подробности в табл. 9).

Данные о полученных средних эквивалентных ширинах линий поглощения приведены в табл. 3—8. Вероятная ошибка в W_λ для каждой линии в $\sqrt{n}$ меньше, чем в табл. 9. Здесь n — число отдельных определений, вошедших в среднее.

Проведено сравнение нашего ряда эквивалентных ширин линий поглощения с наиболее обширными из существующих, в частности с рядом Вильямса (1936 г.). Обнаруженные систематические различия в W_λ между различными рядами оказались не зависящими от величины использованной дисперсии, а вызваны другими причинами, в частности методами обработки.

Путем сопоставления всех имеющихся в литературе рядов эквивалентных ширин линий поглощения в спектрах звезд O5—B7 (около 20 рядов) выведена средняя система эквивалентных ширин линий, принятая затем нами в качестве «стандартной» (она может оказаться и не наиболее близкой к истинной).

Результаты проведенного сопоставления показывают, что спектрограммы звезд с дисперсиями порядка 30—70 Å/мм могут быть с успехом использованы для определения эквивалентных ширин линий поглощения с точностью, вполне достаточной для довольно широкого круга задач астрофизики.

Полученные эквивалентные ширины линий поглощения для звезд O5—B7 будут использованы в первую очередь для проведения двумерной количественной спектральной классификации звезд в указанном спектральном интервале и для построения диаграммы «спектр—абсолютная величина».

THE EQUIVALENT WIDTHS OF ABSORPTION LINES IN THE SPECTRA OF 109 O5—B7 STARS, by *I. M. Kopylov*. — For 109 O5—B7 stars (table 1) the equivalent widths of all the absorption lines H, He I, He II and the most intense lines of other elements: O III, O II, Si IV, Si III, Si II, N III, N II, C III, C II, Mg II, Ca II (table 2), in the interval $\lambda\lambda$ 3700—5000 Å were determined. The spectrograms, with

a dispersion of $75 \text{ \AA/mm}$ at H_γ , were taken with the large spectrograph of the 1220-mm reflector of the Crimean Astrophysical Observatory.

Altogether 760 spectrograms, on the average 7 per star, were reduced. The plates were calibrated by a step-slit on the same spectrograph. The spectrograms were measured with a self-registering microphotometer of the Mollé type and the tracings reduced in the usual way. The equivalent width of each absorption line was found on the average from 3—4 determinations. Altogether about 12 000 separate determinations of W_λ were made. The mean probable error of one determination varies from $\sim 20\%$ for $W_\lambda < 0.5 \text{ \AA}$ to $\sim 4.5\%$ for $W_\lambda > 8.0 \text{ \AA}$ (for details see table 9).

Data on the derived mean equivalent widths of absorption lines are given in tables 3—8. The probable error of W_λ for each line is $\sqrt{n}$ times smaller (n being the number of separate determinations) than the value in table 9.

Our sets of equivalent widths of absorption lines were compared with other determinations, including those of Williams (1936). The systematic differences of W_λ found during the comparison of different sets do not depend on the dispersion used, but are caused by other factors, in particular the method of reduction.

By comparing all the published data on sets of equivalent widths of absorption lines in the spectra of O5—B7 stars (about 20 sets) a mean system of equivalent widths was found and accepted by us as the «standard» system. (It may be that the latter is not the closest to the true system).

The results of the comparison showed that spectrograms of stars with a dispersion of the order of $30\text{—}70 \text{ \AA/mm}$ can be used with success for determining the equivalent widths of absorption lines with an accuracy which is wholly sufficient for quite a number of astrophysical problems.

The derived equivalent widths of absorption lines of O5—B7 stars can be used for a two-dimensional quantitative spectral classification of stars in the interval O5—B7 and for constructing the spectrum-absolute magnitude diagram.

В конце 1953 г. нами была начата работа по разработке критериев и проведению двумерной количественной спектральной классификации горячих звезд в спектральном интервале O5—B5. Вначале в качестве конечной цели работы намечалось сравнение спектральных характеристик и абсолютных величин горячих звезд, входящих в O-ассоциации, и звезд общего галактического поля.

Однако в процессе работы оказалось необходимым обратить основное внимание на разработку критериев и проведения двумерной спектральной количественной классификации.

В дальнейшем спектральный интервал был несколько расширен и изучались звезды спектральных подклассов от O5 до B7 включительно.

Спектрограммы звезд намеченной программы были получены при помощи целевого однопризменного спектрографа со стеклянной оптикой, прикрепленного к 1220-мм рефлектору Крымской астрофизической обсерватории, с дисперсией $75 \text{ \AA/mm}$ у H_γ на пластинках Pford Zenith. Спектры расширялись до $0,3\text{—}0,5 \text{ мм}$ при помощи расстройства часового механизма. Ширина щели спектрографа выбиралась $0,06$ или $0,10 \text{ мм}$, что на пластинке соответствует $0,014$ или $0,023 \text{ мм}$, т. е. в пределах разрешающей способности фотографической пластинки. В качестве источника спектра сравнения служила дуга с железными электродами.

Принятый размер пластинок давал возможность получать на одной пластинке до 10 спектрограмм.

Калибровочная шкалка впечатывалась с помощью ступенчатой щели на том же спектрографе. Число ступенек в щели равно 10 (одина-

дцатая—контрольная) при отношении высот первой и десятой ступенек 26, т. е. порядка $3^m,5$. Для подавляющего большинства звезд экспозиции заключались в пределах от 1—2 мин. до 1—1,5 часа. Калибровочные шкалы снимались с экспозицией 7—8 мин.

Обычно пластинка с калибровочной шкалкой и пять (или меньше) пластинок со спектрограммами составляли комплект, который проявлялся одновременно в станочке, обеспечивающем одинаковые условия проявления.

В течение 1953—1956 гг. для 109 звезд в спектральном интервале O5—B7 было получено свыше 800 спектров, от двух до пятнадцати спектров для каждой звезды. Из этого числа было отобрано около 760 спектрограмм, в среднем около семи спектрограмм для каждой звезды.

Так как не представлялось возможным во всем использованном интервале длин волн от $\lambda 3700$ до $\lambda 5000$ получить на пластинке одинаковую плотность за одну экспозицию вследствие различия в интенсивности света в сине-зеленом и фиолетовом участках спектра, то обычно каждая звезда снималась с некоторым набором экспозиций.

Мы обычно получали три-четыре и более спектров для каждого данного интервала длин волн.

Данные о наблюдаемых звездах приведены в табл. 1. В таблице приведены: номер звезды по порядку, название звезды, номер по каталогу, HD, видимая величина звезды (с точностью до сотых, если известны величины в системе V, и с точностью до десятых, если величины взяты из HD), спектральный класс (обычно в системе MK), число спектрограмм, использованных для данной звезды, номер примечания к таблице. Звезды расположены по спектральным классам.

Применявшийся метод обработки полученного наблюдательного материала определялся целью работы. Необходимо было определить интенсивности достаточно большого числа линий поглощения, которые могут быть использованы для проведения уверенной двумерной количественной спектральной классификации этих звезд.

Все спектрограммы промерялись на саморегистрирующем микрофотомере Молля, с увеличением в 50 раз.

Исследование используемого сорта пластинок (Ilford Zenith), проведенное в 1953 г., показало, что в интервале $\lambda\lambda 3700—4900$ нет заметной зависимости формы характеристической кривой от длины волны, т. е. оказалось, что в пределах ошибок измерения характеристические кривые для различных длин волн в указанном интервале практически совпадают. Поэтому в процессе работы для всех длин волн использовалась единая характеристическая кривая.

Проведение непрерывного спектра в звездах ранних спектральных классов обычно не представляет особых затруднений вследствие наличия в спектре достаточно широких интервалов, практически свободных от присутствия линий поглощения. Для более поздних звезд нашей программы (B3—B7) непрерывный спектр в области широких водородных линий поглощения также проводился довольно уверенно, так как ход

№ п/п	Название звезды		HD	m_{pv}	Спектр МК	Число спектро- грамм	Приме- чание
1			199579	m 5,96	O6	4	1
2			206267	5,62	O6	6	1, 2
3	λ	Cep	210839	5,04	O6	6	
4	ξ	Per	24912	4,02	O7	4	
5	S	Mon	47839	4,65	O7	6	
6			193322	5,84	O8	4	
7	68	Cyg	203064	5,1	O8	6	
8			207198	5,96	O9 II	8	
9	44 ϵ	Ori	37043	2,77	O9 III	9	1, 2
10	30 τ	CMa	57061	4,39	O9 III	2	1, 2
11	14	Cep	209481	5,56	O9 V	6	
12	10	Lac	214680	4,88	O9 V	9	
13	9 α	Cam	30614	4,4	O9,5 Ia	6	
14	50 ζ	Ori	37742	1,79	O9,5 Ib	9	2
15	19	Cep	209975	5,10	O9,5 Ib	5	
16	34 δ	Ori	36486	2,5	O9,5 II	10	1, 2
17			188209	5,61	O9,5 III	7	
18	48 π	Ori	37468	3,7	O9,5 V	9	2
19	ζ	Oph	149757	2,56	O9,5 V	4	
20	46 π	Ori	37128	1,70	B0 Ia	9	
21	69	Cyg	204172	5,8	B0 Ib	4	
22	2	Vul	180668	5,4	B0 III	2	
23			209339	6,5	B0 IV	6	
24			202214	5,6	B0 V	11	
25			207538	7,0	B0 V	3	
26	53 α	Ori	38771	2,04	B0,5 Ia	9	
27	π	Aql	184915	4,96	B0,5 III	6	
28	ϵ	Per	24760	2,88	B0,5 IV	6	1, 2
29	40	Per	22951	4,97	B0,5 V	8	1, 2
30	P	Cyg	193237	4,9	B1p	7	
31	π	Cas	2905	4,15	B1 Ia	8	
32	44 ζ	Per	24398	2,85	B1 Ib	9	2
33	139	Tau	40111	4,9	B1 Ib	5	
34	47 ρ	Leo	91316	3,85	B1 Ib	10	
35	2 β	CMa	44743	2,0	B1 II—III	8	3
36			205139	5,5	B1 II	7	
37	σ	Per	23180	3,83	B1 III	10	1, 2
38			208218	6,8	B1 III	6	
39	1	Cas	218376	4,9	B1 III	5	
40			21856	5,91	B1 V	5	
41			24131	5,7	B1 V	6	
42	67 α	Vir	116658	0,96	B1 V	4	1
43	σ	Cas	224572	4,9	B1 V	6	
44	γ^2	Ori	41117	4,63	B2 Ia	6	
45	9	Cep	206165	4,72	B2 Ib	9	
46	48 ν	Eri	25248	4,1	B2 III	5	3
47	3 π^4	Ori	30836	3,69	B2 III	6	1
48	8 π^5	Ori	31237	3,9 var	B2 III	7	1

Таблица 1 (продолжение)

№ п/п	Название звезды		HD	m_{pv}	Спектр МК	Число спектро- грамм	Приме- чание
				m			
49	24γ	Ori	35468	1,64	B2 III	10	
50	21ε	CMa	52089	1,6	B2 II—III	4	
51			203025	6,4	B2 III	5	1
52	8β	Cep	205021	3,3	B2 III	7	3
53	12	Lac	214993	5,25	B2 III	6	3
54	88γ	Peg	886	2,83	B2,5 IV	9	3
55	82δ	Cet	16582	4,0	B2 IV	7	3
56	20η	Lyr	180163	4,5	B2 IV	8	2, 3?
57	16	Lac	216916	5,58	B2 IV	8	1, 2, 3
58	17ζ	Cas	3360	3,7	B2 V	10	
59	ξ	Cas	3901	4,8	B2 V	7	
60	22ο	Cas	4180	4,8	B2 Ve	6	
61			24640	5,5	B2 V	7	
62	5ρ	Oph	147933	5,2	B2 V	3	
63	66	Oph	164284	4,8	B2 Ve	6	
64	24ο ²	CMa	53138	3,1	B3 Ia	3	
65	55	Cyg	198478	4,82	B3 Ia	12	
66	45ε	Cas	11415	3,4	B3 III	8	
67	π ²	Cyg	207330	4,3	B3 III	15	1
69	1	Vul	180554	4,6	B3 IV	8	
69	35	Ari	16908	4,6	B3 V	8	
70			23478	6,68	B3 IV	3	
71			23625	6,58	B3 V	3	
72	35λ	Tau	25204	3,8 — 4,1	B3 Vp	5	1, 2
73	49μ	Tau	26912	4,3	B3 V	8	
74	94τ	Tau	29763	4,3	B3 V	7	1
75	η	Aur	32630	3,17	B3 V	6	
76	67ν	Ori	41753	4,4	B3 V	5	1
77	η	Hya	74280	4,30	B3 V	10	
78			87015	5,6	B3	4	
79	85η	UMa	120315	1,86	B3 V	7	
80	85ι	Her	160762	3,80	B3 V	8	
81	96	Her	164852	5,1	B3 V	5	
82	AR	Cas	221253	4,9 var	B3 V	7	1
83	25χ	Aur	36371	4,9	B5 Iab	3	1
84	67	Oph	164353	3,9	B5 Ib	9	
85	91λ	Cet	18604	4,7	B5 III	9	
86	δ	Per	22928	3,00	B5 III	7	
87	κ	Dra	109387	3,9	B5 IIIe	4	1
88	ι	Agl	184930	4,3	B5 III	8	
89	π	And	3369	4,4	B5 V	6	
90			4142	5,6	B5 V	7	
91	35ν	And	4727	4,53	B5 V	8	
92			24190	7,44	B5 V	2	
93	20ρ	Aur	34759	5,1	B5 V	7	
94	κ	Hya	83754	5,0	B5 V	4	
95	22τ	Her	147394	3,89	B5 IV	9	
96	57	Cyg	199081	4,7	B5 V	7	1

Таблица 1 (окончание)

№ и/и	Название звезды		HD	m_{pv}	Спектр МК	Число спектро- грамм	Приме- чание
				m			
97	17	Tau	23302	3,69	B6 III	8	
98	22 ζ	Dra	155763	3,2	B6 III	8	
99	3	Vul	182255	4,9	B6 III	9	
100	22	Cyg	188892	4,9	B6 III	8	
101	2 ϵ	Del	195810	4,0	B6 III	7	
102	2	Lac	212120	4,7	B6 IV	6	1
103	19 η	Tau	23338	4,29	B6 V	8	
104	30 β	Sex	90994	4,9	B6 V	7	
105	25 η	Tau	23630	2,86	B7 III	8	
106	β	Tau	35497	1,65	B7 III	6	
107	18 ϵ	Lyr	178475	5,1	B7 IV	7	
108	32 α	Leo	87901	1,36	B7 V	13	
109	13	Sep	208501	6,01	B8 Ib	8	(B4 Tab)

Примечания.

1. Спектрально-двойная.
2. Визуально-двойная или кратная.
3. Переменная типа β CMa.

непрерывного спектра над широкой линией достаточно надежно мог быть определен по его положению в прилегающих участках спектра и находился интерполированием.

При отборе линий поглощения, включаемых в обработку, мы исходили из следующих соображений. Используемая нами дисперсия, 75 Å/мм, недостаточна для уверенного определения эквивалентных ширин слабых линий поглощения. Для количественной же классификации едва ли есть смысл употреблять эквивалентные ширины слабых линий поглощения, отягощенные большими случайными ошибками. Вместе с тем, имея в виду использование полученного наблюдательного материала в дальнейшем также и для работ по физике атмосфер исследуемых звезд, мы сочли необходимым определить эквивалентные ширины всех наблюдаемых линий бальмеровской серии водорода, всех линий He II и He I и наиболее сильных линий поглощения остальных элементов.

Основным источником для отбора линий, включаемых в обработку, служили данные двух работ Вильямса [1, 2].

Данные относительно линий поглощения, контуры и эквивалентные ширины которых определялись, приводятся в табл. 2.

После проведения непрерывного спектра и отождествления линий проводились сглаженные контуры линий. Реальность слабых линий устанавливалась сопоставлением различных регистрограмм звезды.

Из-за инструментальных эффектов контуры всех линий поглощения, кроме линий водорода и наиболее сильных линий He I, можно было представить треугольниками. Это существенным образом упрощало и ускоряло процесс обработки и определения эквивалентных ширин линий.

Таблица 2

λ	Элемент	λ	Элемент	λ	Элемент
4922	He I	4267	O II, C II	3934	Ca II
4861	H β	4212	Si IV	3926	He I, Si III?
4713	He I	4200	He II, N III	3923	He II
4686	He II	4185—9	O II, C III, C II?	3919—21	O II, N II, C I
4676	O II	4169	He I, O II?	3889	H ϵ
4662	O II	4144	He I	3872	He I
4649—51	O II, C III	4131	Si II	3867	He I
4642	O II	4128	Si II	3858	He II
4631	N II	4121	He I, O II?	3835	H δ , He I
4575	Si III	4116	Si IV	3820	He I
4568	Si III	4101	H δ	3813	He II
4553	Si III	4097	N III	3806	He I, Si II
4542	He II	4089	Si IV, O II	3798	H $_{10}$
4481	Mg II	4074—6	O II, C II?	3785	He I
4471	He I	4068—72	C III, O II	3770	H $_{11}$, He I
4438	He I	4026	He I	3756	He I, O III?
4415—17	O II, O II	4009	He I	3750	H $_{12}$
4388	He I	3995	N II	3734	H $_{13}$, He I
4379	N III	3970	H ϵ , Ca II	3722	H $_{14}$
4367	O II	3965	He I	3712	H $_{15}$
4340	H γ	3962	O III	3704	H $_{16}$, He I
4317—20	O II, O II	3954—6	O II, N II	3697	H $_{17}$
4276	O II	3936	He I	3692	H $_{18}$

Примечания.

1. Линии бальмеровской серии от H β до H $_{10}$ блендируются с линиями He II в спектральном интервале O5—B1.
2. Линия λ 4026 He I блендируется с λ 4025,6 He II в звездах O5—B1.
3. Линии Ca II в основном межзвездные.

Результаты определений эквивалентных ширин избранных линий поглощения (табл. 2) в спектрах 109 звезд спектральных классов более ранних, чем B7 (табл. 1), приведены в табл. 3—8.

Строение таблиц одинаково. В каждом столбце после эквивалентной ширины линии указано число отдельных определений, вошедших в среднее (n).

Был рассмотрен вопрос о точности определения эквивалентных ширин линий поглощения различной интенсивности.

Нас интересовала в первую очередь величина вероятной ошибки p одного определения эквивалентной ширины W_λ и зависимость ее от величины W_λ .

Было отобрано около 200 значений W_λ линий различной интенсивности, которые были распределены затем на ряд групп по мере возрастания W_λ , отдельно для линий водорода и остальных элементов. Для каждой линии были найдены отклонения отдельных определений W_λ^i от среднего арифметического W_λ :

$$\epsilon_i = W_\lambda^i - W_\lambda.$$

Таблица 3

$\frac{H}{H_0}$	HD	$H\beta$ n	$H\gamma$ n	$H\delta$ n	$H\epsilon$ n	$H\zeta$ n	$H\eta$ n	H_{10} n	H_{11} n	H_{12} n	H_{13} n	H_{14} n	H_{15} n	H_{16} n	H_{17} n	H_{18} n
1	199579	2,41 4	2,29 4	1,96 3	1,89 3	2,19 1										
2	206267	2,52 5	2,44 6	2,21 6	2,00 4											
3	210839	1,78 5	1,51 3	1,57 6	1,49 6	1,36 5	0,87 2									
4	24912	1,84 3	2,09 4	2,35 4	1,50 2											
5	47839	2,47 3	2,78 5	2,32 3												
6	193322	3,09 4	2,66 4	2,67 3	3,11 1	2,92 1										
7	203064	1,80 5	1,58 3	2,23 6	1,89 4	1,23 3	1,56 1	1,34 1								
8	207198	2,49 5	2,06 6	1,93 7	1,88 5	1,61 1										
9	37043	2,47 4	2,60 4	2,05 8	2,10 7	1,78 4	1,55 2	1,34 1								
10	57061	1,90 2	2,52 2	2,78 1												
11	209481	2,36 3	2,16 4	2,06 5	1,67 5	2,15 2	2,09 1									
12	214680	2,95 5	2,62 4	2,26 9	2,22 9	2,15 5	1,95 5	2,15 3	1,56 3	1,18 1	0,73 1					
13	30614	0,57 3	1,49 3	1,38 6	1,38 4	1,14 3	0,95 3	1,16 1								
14	37742	1,80 3	1,64 3	1,65 6	1,74 8	1,65 6	1,79 3	1,67 2	1,29 2	0,86 1	0,96 2					
15	209975	2,28 5	1,74 4	1,81 6	1,88 6	1,62 2	1,29 1									
16	36486	2,05 5	2,06 5	1,94 6	1,72 9	1,59 5	1,99 5	1,55 5	1,32 2	1,27 1	0,93 1	0,67 1	0,72 1			
17	188209	2,22 3	1,76 3	1,74 3	1,61 5	1,49 4	1,25 3	1,27 2	1,21 2	1,12 2						
18	37468	2,80 4	2,94 5	2,93 7	2,95 6	3,14 2	3,00 1									
19	149757	3,12 3	3,07 3	2,63 3	2,56 5	2,17 3	1,72 2	1,77 2	1,01 1							
20	37128	1,31 4	1,66 4	1,77 5	1,70 5	1,64 3	1,68 3	1,38 2	1,37 2	1,09 2	0,93 2	0,75 2	0,72 2			
21	204172	1,74 4	1,73 4	1,51 4	1,92 4	1,41 4	1,76 1	1,45 1								
22	180968	3,00 2	3,55 2	2,53 2	2,41 2											
23	209339	2,60 4	2,79 5	2,31 5	2,55 5	1,92 4	2,40 1									
24	202214	2,96 5	3,02 4	2,63 6	2,23 7	2,37 5	1,95 3	2,22 1								
25	207538	3,08 3	2,79 3	1,68 1												
26	38771	1,66 6	1,84 3	1,65 5	1,52 5	1,25 4	1,52 4	1,57 2	1,03 2	1,22 2	0,89 2					
27	184915	1,91 4	2,16 4	2,07 3	2,16 1											
28	24760	3,07 4	3,06 3	2,28 4	2,75 6	2,23 6	2,68 4	2,34 3	1,92 3	1,30 3	1,10 3	0,75 2	0,65 2	0,88 2	0,48 1	0,45 1

Таблица 3 (продолжение)

$\frac{H}{H_0}$	HD	H ₃ n	H ₇ n	H ₂ n	H ₈ n	H ₅ n	H ₁₀ n	H ₁₁ n	H ₁₂ n	H ₁₃ n	H ₁₄ n	H ₁₅ n	H ₁₆ n	H ₁₇ n	H ₁₈ n
29	22951	3,75 4	2,89 6	2,93 8	3,27 7	2,79 7	2,67 3	2,00 3	2,15 3	1,52 1	0,99 1	0,58 1	0,71 1		
30	193237	0,48 1	0,77 5	0,73 3	0,69 3	0,52 1									
31	2905	0,76 3	1,13 5	1,25 5	1,68 3	1,15 3	1,68 2	1,18 2	0,96 1	0,73 1	0,57 1				
32	24398	2,13 5	1,89 3	1,96 5	2,08 4	1,34 4	1,60 4	1,38 3	1,32 2	1,18 2	0,89 2	0,74 2	0,66 2	0,35 2	0,78 2
33	40111	1,34 2	2,14 4	1,91 3	1,80 3	1,69 2									
34	91316	2,03 2	1,87 5	1,93 5	1,96 8	1,95 5	2,39 4	1,77 4	1,75 2	1,45 2	1,00 1	0,95 2	1,15 1	0,71 1	0,93 1
35	44743	2,49 3	2,35 4	2,28 5	2,29 4	2,17 3	1,87 1								
36	205139	2,07 3	1,89 3	1,93 4	1,84 5	2,11 2	1,95 2	1,51 1	1,89 1						
37	23180	3,30 5	3,66 3	2,96 7	3,18 9	2,59 8	2,85 7	2,14 5	1,90 4	1,16 2	1,31 1	1,05 1			
38	208218	2,85 5	2,63 5	2,39 4	2,43 4	2,51 2	2,40 1								
39	218376	2,45 4	2,40 3	2,44 5	2,57 5	2,44 2	2,53 2	2,07 2	2,24 1	1,86 1					
40	21856	3,45 4	3,43 4	3,45 4	3,40 4	3,47 3	3,66 3	2,83 1							
41	24131	3,19 3	3,52 4	3,55 6	3,42 6	3,32 5	2,77 3	2,53 1	2,26 1	1,78 1					
42	116658	3,45 2	3,16 2	3,15 2	3,51 3	3,24 4	2,96 2	2,85 2	2,43 2	1,97 2	1,18 2	0,90 2	0,55 2	0,64 2	0,37 1
43	224572	2,61 5	3,20 3	2,98 5	3,18 5	2,99 4	3,08 4	2,31 2	1,92 1	1,27 1	1,06 1				
44	41117	Em	1,10 3	1,14 3	1,47 3	0,82 2	1,12 1								
45	206165	1,69 3	1,78 4	1,83 6	2,06 8	1,66 8	1,64 4	1,68 4	1,24 4	1,44 3	1,39 2	1,43 2	0,65 1	1,22 2	
46	29248	3,22 5	3,41 4	3,39 5	3,74 5	3,69 1	2,91 1								
47	30836	3,17 6	3,15 6	3,29 6	2,95 6	3,23 3	3,10 3								
48	31237	3,05 3	3,09 4	2,81 6	2,64 7	2,53 7	2,89 4	3,43 2	2,14 1	1,60 1	1,11 1	1,09 1	0,50 1	0,85 1	0,45 1
49	35468	3,16 5	3,12 6	2,92 7	2,93 8	3,29 5	3,21 6	2,59 5	2,31 4	2,13 3	1,73 3	0,98 3	0,77 2	1,07 2	0,37 1
50	52089	2,84 5	2,40 4												0,19 1
51	203025	2,48 3	3,11 3	2,72 3	3,03 3	2,89 1									
52	205031	3,60 5	2,98 3	3,47 5	3,24 7	3,05 4	3,21 3	2,65 4	2,30 4	1,76 4	1,22 3	0,75 2	0,66 2	0,84 2	
53	214993	3,17 6	3,13 5	3,22 6	3,12 6	3,24 3	3,35 2	2,14 2	1,97 2						
54	886	4,63 4	3,76 2	3,86 2	3,85 2	4,14 4	4,55 4	3,45 2	3,05 2	2,75 2	1,64 2	1,25 2	1,13 1	1,44 1	
55	16582	3,45 7	4,00 3	3,91 7	3,83 5	3,92 3	3,74 3								
56	180163	3,96 8	3,60 7	3,84 8	4,02 8	3,88 7	3,14 6	3,38 4	2,96 3	2,49 1					

Таблица 3 (продолжение)

Элемент	HD	H β	H γ	H δ	H ϵ	H ζ	H η	H θ	H ι	H κ	H λ	H μ	H ν	H ξ	H π	H ρ	H σ	H τ	H υ	H ϕ	H χ	H ψ	H ω
57	216916	3,34 6	3,53 7	3,85 7	3,65 7	3,76 5	3,78 2	3,03 2	2,18 1	1,82 1													
58	3360	3,82 3	3,59 3	3,67 3	3,86 6	3,72 5	4,08 4	3,38 4	3,24 4	2,29 4	1,82 4	1,30 4	0,74 4	0,94 4	0,66 2	0,50 2							
59	3901	5,20 4	5,47 3	5,25 3	5,36 4	5,08 3	4,55 2	4,40 1	3,46 1														
60	4180	5,35 6	5,27 5	5,06 6	4,95 6	4,73 5	4,04 4	3,88 3	3,98 2	3,00 1	1,98 1	1,15 1											
61	24640	4,19 4	4,50 4	4,55 6	4,55 5	4,15 5	4,32 2	2,98 2	1,92 1	1,95 2	2,23 1	2,93 1											
62	147933	4,31 3	3,57 3																				
63	164284	3,80 3	4,65 4	4,30 3	4,65 3	4,90 2																	
64	53138	1,49 5	1,68 4																				
65	198478	1,28 5	1,38 5	1,51 5	1,55 5	1,43 2																	
66	11415	5,29 3	4,73 2	5,06 3	5,06 5	5,12 3	4,64 4	4,11 4	3,42 4	3,99 4	2,58 3	2,56 3	1,70 4	1,44 1	1,87 1	1,71 1							
67	207330	3,99 5	4,06 5	3,86 9	3,76 9	4,05 5	4,26 4	3,60 5	3,00 4	2,35 4	1,75 3	1,38 3	1,15 2	0,84 2	0,72 1								
68	180554	6,26 4	6,60 4	6,05 4	6,25 3	6,37 3	5,86 2																
69	16508	5,89 4	6,70 5	6,15 8	6,00 7	5,35 5	5,75 3	4,55 1		1,13 1													
70	23478	5,72 2	4,32 2	4,77 2	4,78 2	4,98 1	3,80 1	3,09 1	1,74 1														
71	23625	5,56 3	4,93 3	4,70 3	4,38 3	4,45 2	4,00 1																
72	25204	4,96 5	5,27 5	5,07 5	5,54 3	5,23 2	3,30 1																
73	26912	4,55 5	4,80 5	4,40 7	4,90 7	4,45 3	3,90 3	2,98 2	2,42 1	2,08 1	1,15 1	2,65 1											
74	29763	6,57 6	6,37 4	6,44 7	6,08 6	6,17 5	5,91 2	4,60 1	4,25 1	2,60 1	2,65 1												
75	32630	5,62 2	5,47 3	5,21 3	5,25 2	5,24 2	5,10 1	4,00 1	3,32 1	2,21 1	1,50 1												
76	41753	5,25 5	5,45 5	6,07 4	5,45 1																		
77	74280	4,22 5	5,05 5	5,15 6	4,25 7	4,80 7	4,43 3	4,30 3	2,60 2	2,56 2	1,71 1												
78	87015	5,27 4	5,48 4	5,88 4	5,13 3																		
79	120315	4,68 4	5,45 4	5,60 4	5,88 8	5,61 4	5,18 4	4,64 5	3,48 4	2,70 4	1,87 4	0,94 2	0,88 2	0,41 2									
80	160762	5,45 4	5,54 3	5,17 3	5,22 4	4,55 5	4,83 3	4,36 2	3,80 2	2,70 2	2,26 2	1,38 2	1,05 1	1,62 1	1,12 1								
81	164852	5,98 5	5,99 6	5,94 5	6,30 5	5,65 3	4,81 2																
82	221253	4,52 4	5,34 4	5,06 4	4,74 7	4,25 5	4,30 2	3,94 2	3,07 1	1,94 1													
83	36371	1,33 2	1,70 3	1,28 3																			
84	164353	2,28 6	2,66 6	2,61 6	2,45 6	2,55 5	2,45 3	1,88 2	1,57 1														

Таблица 3 (окончание)

$\Sigma \Pi$	HD	$\Pi \beta$ n	$\Pi \gamma$ n	$\Pi \delta$ n	$\Pi \epsilon$ n	H_c n	H_9 n	H_{10} n	H_{11} n	H_{12} n	H_{13} n	H_{14} n	H_{15} n	H_{16} n	H_{17} n	H_{18} n
85	18604	6,04 8	7,00 8	6,52 7	6,86 6	6,08 4	5,54 1									
86	22928	4,88 4	5,28 3	5,21 3	5,23 5	5,47 3	4,85 3	4,50 2	3,27 2	2,95 1						
87	109387	3,40 3	4,42 3	4,72 4	5,41 4	5,14 4	5,38 4	4,47 4	3,31 4	3,75 1	2,93 1	1,85 1	0,97 1	1,02 1		
88	184930	6,54 8	6,42 8	6,85 8	5,86 4	6,29 3										
89	3369	6,08 6	6,03 5	5,95 6	6,15 5	6,37 2	5,00 2	4,31 1								
90	4142	5,85 4	5,84 3	5,99 4	5,96 4	6,33 4	5,95 1									
91	4727	6,63 4	7,55 3	6,40 4	5,81 3	4,45 3	3,32 3	3,57 2	3,13 2	1,12 1	0,90 1	0,59 1				
92	24190	5,96 2	5,74 2	3,90 2	3,62 2											
93	34759	5,84 5	5,67 4	7,57 3	7,66 3	6,44 3	6,05 3	5,50 1	4,07 1							
94	83754	6,54 3	7,03 3													
95	147394	6,17 4	7,01 4	6,67 6	6,70 6	6,00 6	5,08 4	4,55 4	3,50 3	2,51 3	1,91 3	1,24 2	0,97 2	0,25 1	0,35 1	
96	199081	6,30 4	6,14 4	6,54 4	5,89 4	5,62 3	4,64 2	3,92 1								
97	23302	5,20 4	5,50 4	5,77 6	6,01 5	5,59 3	5,40 3	4,62 3	3,60 3	2,60 3	1,91 2	1,22 2	0,77 1			
98	155763	6,17 3	5,73 5	6,15 8	6,15 7	6,10 4	5,67 4	5,22 3	4,02 3	3,78 1	3,50 1					
99	182255	8,35 6	8,41 6	8,66 6	8,23 6	5,32 2										
100	188892	5,63 8	5,35 8	5,36 8	5,04 6	4,10 3	4,41 2	3,14 2								
101	195810	5,82 4	5,80 7	6,74 7	6,48 7	6,22 4	4,88 3	4,61 2								
102	212120	6,20 4	6,40 4	6,27 5	6,42 6	5,72 4	5,65 3	5,18 2								
103	23338	6,17 4	5,89 6	6,29 5	5,87 5	5,49 4	5,19 2	4,80 1								
104	90994	7,88 7	8,42 6	7,69 6	6,44 5											
105	23630	4,26 4	4,85 5	5,13 6	5,08 6	4,54 4	5,17 2	5,03 2	4,16 2	2,85 2	2,30 2	1,64 2	0,92 1			
106	35497	5,87 5	5,98 5	6,43 7	5,89 3											
107	178475	5,60 4	6,01 4	5,88 4	5,00 4	5,33 1										
108	87901	6,17 2	7,10 1	6,63 3	6,98 4	6,62 4	6,34 4	5,57 3	4,61 3	3,43 3	2,36 3	1,89 3	1,46 2			
109	208501	2,08 8	2,17 8	2,10 8	2,14 6											

Таблица 4

№ п/п	HD	He II					
		4686 <i>n</i>	4542 <i>n</i>	4200 <i>n</i>	3923 <i>n</i>	3858 <i>n</i>	3813 <i>n</i>
1	199579	0,96 4	0,71 4	0,52 2	0,39 1		
2	206267	0,63 6	0,83 5	0,65 4	0,17 1		
3	210839	1,04 4	0,85 4	0,53 4	0,52 4		
4	24912	0,40 4	0,85 2	0,67 4			
5	47839	1,13 5	0,95 5	0,57 3			
6	193322	0,62 3	0,56 4	0,36 2	0,63;1		
7	203064	0,56 2	0,54 2	0,59 4		0,23 2	
8	207198	0,46 5	0,60 5	0,54 5	0,30 1		
9	37043	0,43 5	0,47 3	0,45 5	0,30 2	0,36 1	
10	57061	0,48 2	0,58 2				
11	209481	0,59 3	0,53 3	0,34 2	0,24 3		
12	214680	0,89 4	0,49 4	0,60 5	0,17 1	0,29 1	0,32;1
13	30614	0,26 3	0,38 2	0,36 4			
14	37742	0,20 1	0,29 3	0,27 4		0,07 1	0,13 1
15	209975	0,50 4	0,42 4	0,26 3	0,20 3		
16	36486	0,41 2	0,41 4			0,15 1	
17	188209	0,41 3	0,42 2	0,30 3	0,11 1	0,15 2	0,32 2
18	37468	0,58 2	0,39 3	0,22 2			
20	37128	0,58 2	0,35 2	0,25 1	0,11 1	0,13 3	
21	204172	0,31 3		0,12 1			0,17 1
22	180968		0,54 1				
23	209339	0,66 5	0,52 4	0,29 1	0,21 3		
24	202214	0,43 4	0,25 1	0,41 2	0,14 1	0,25 1	
25	207538	0,36 2	0,65 1	0,44 1			
26	38771	0,35 5	0,18 1	0,18 2			
27	184915	0,52 1					
28	24760			0,05 1			0,12 2
29	22951	0,24 1		0,10 1	0,09 1	0,07 1	
30	193237	0,61 2	0,48 1	0,21 1			
32	24398		0,27 1			0,05 1	0,13 1
33	40111	0,29 3	0,22 1	0,21 1			
34	91316						0,08 1
35	44743		0,22 1				
36	205139	0,12 1	0,34 2				
38	208218	0,14 1				0,40 1	
40	21856					0,10 1	0,12 1
41	24131		0,39 1				
42	116658					0,11 1	
50	52089	0,13 2	0,12 2				

Таблица 5

№ п/п	HD	C III			O III	N III	
		4649 <i>n</i>	4187 <i>n</i>	4069 <i>n</i>	3962 <i>n</i>	4379 <i>n</i>	4097 <i>n</i>
1	199579	0,35 1			0,35 2	0,15 3	0,33 3
2	206267	0,38 1		0,40 3	0,31 2		0,27 1
3	210839		0,37 1				0,50 4
4	24912	0,29 2		0,38 1	0,25 2	0,21 2	
5	47839	0,69 3	0,47 2	0,29 1		0,16 1	0,43 1
6	193322	0,45 2				0,30 2	0,40 2
7	203064	0,67 2	0,28 1				
8	207198	0,95 7	0,43 5		0,30 2	0,40 2	0,47 7

Таблица 5 (продолжение)

№ п/п	HD	С III			О III	N III	
		4649 n	4187 n	4069 n	3902 n	4379 n	4097 n
9	37043	0,60 4	0,29 3	0,50 6	0,48 3	0,25 1	0,36 5
10	57061	0,59 1	0,56 1			0,23 1	0,57 1
11	209481	0,63 3	0,36 1	0,47 5	0,18 5	0,27 2	0,52 4
12	214680	1,01 3		0,48 6	0,24 7	0,21 2	0,60 9
13	30614		0,30 2	0,45 6	0,19 3		0,55 6
14	37742	0,84 3	0,13 2		0,17 7	0,17 1	0,23 3
15	209975	0,76 4	0,24 1	0,52 8	0,23 5	0,22 2	0,43 6
16	36486	1,09 4	0,20 1		0,27 2	0,26 3	0,43 5
17	188209	0,95 3			0,23 4		0,67 3
18	37468	0,78 2	0,23 1		0,21 3	0,17 2	0,28 3
19	149757		0,27 1		0,41 2		
20	37128	1,46 4	0,43 2		0,15 2	0,23 4	0,46 5
21	204172	1,23 4	0,26 1		0,27 2	0,21 3	0,38 4
22	180968	0,52 2	0,73 1				0,60 1
23	209339	0,85 4	0,18 1		0,15 1	0,15 2	0,40 4
24	202214	0,69 4	0,10 1		0,25 6	0,48 2	0,34 5
25	207538	1,09 3				0,34 3	0,25 1
26	38771	1,41 5	0,27 1		0,20 1	0,22 5	0,29 5
27	184915	1,03 4					0,38 1
28	24760	1,11 3	0,33 1	0,50 4	0,17 2	0,11 1	0,37 3
29	22951	0,82 3	0,50 1		0,20 2		0,22 2
30	193237	0,78 5	0,41 1			0,41 1	
31	2905	1,23 4	0,36 1	0,59 5			0,17 3
32	24398	0,70 4			0,17 3	0,17 1	0,32 3
33	40111	1,08 4			0,33 1	0,39 5	0,33 3
34	91316	0,71 2	0,24 1	0,75 4		0,31 1	
35	44743	0,83 1	0,36 1	0,58 2	0,14 1		
36	205139	0,66 3			0,24 4		0,37 4
37	23180	0,73 2	0,30 2	0,39 4	0,15 2		0,27 3
38	208218	0,58 3			0,14 3	0,14 2	0,36 3
39	218376	0,62 3		0,63 5	0,13 1		0,23 2
40	21856	0,33 1	0,11 1	0,32 3			
41	24131		0,37 1		0,31 3		
42	116658			0,11 1	0,14 1		
43	224572			0,21 3			
44	41117						0,28 1
45	206165				0,10 7		0,19 1
46	29248	0,35 4		0,23 3	0,40 1		
47	30836	0,50 2		0,48 2	0,20 1		
49	35468			0,12 2	0,10 1		0,21 2
50	52089	0,57 5	0,60:1				
51	203025						0,27 2
52	205021	0,56 3		0,36 3	0,16 3		
53	214933		0,16 2				
54	886	0,39 2		0,39 1	0,16 1		
58	3360			0,20 1			
60	4180		0,22 1	0,13 2	0,27 6		0,28 2
65	198478		0,17 2		0,15 1		
66	11415		0,14 1		0,21 1		0,31 1
68	180554		0,17:1				
78	87015		0,26 1				
83	36371		0,44 2				

Таблица 6

№ п/п	HD	He I														
		4471 n	4026 n	3820 n	4922 n	4388 n	4144 n	4009 n	3927 n	3872 n	3806 n	3785 n	3756 n	4713 n	4121 n	3887 n
1	199579	0,73 4	0,74 3		0,83 2	0,54 3	0,21 1	0,32 2	0,41 1					0,32 3	0,28 2	
2	206267	0,63 5	0,79 3			0,84 1								0,25 1		
3	210839	0,62 4	0,63 4	0,26 1		0,16 1	0,35 1									
4	24912	1,11 4	0,80 2			0,26 2	0,29 1	0,30 1								
5	47839	0,95 5	1,12 1		0,69 1	0,40 3	0,50 3							0,42 2		
6	193322	1,22 4	1,04 3		0,81 3	0,66 4	0,22 1	0,48 1						0,42 2	0,25 2	
7	203064	0,95 2	0,82 5		0,52 3		0,31 1	0,20 1			0,46 1					
8	207198	1,20 6	0,90 7		0,63 3	0,44 6	0,45 6	0,43 6	0,40 2					0,44 6	0,33 6	
9	37043	0,98 4	1,04 7	0,61 2	0,62 1	0,50 4	0,49 5	0,40 5	0,47 4		0,30 1			0,46 3	0,17 6	
10	57061	0,72 2				0,65 2								0,35 1	0,76 1	
11	209481	0,96 3	0,93 5	0,95 2	0,57 2	0,50 3	0,51 4	0,24 5	0,39 4	0,30 1	0,26 1			0,27 1	0,33 4	0,37 1
12	214680	1,01 4	1,06 9	0,74 5	0,85 1	0,60 4	0,46 7	0,32 8	0,21 3		0,38 2	0,16 2		0,41 4	0,33 6	0,24 1
13	30614	0,91 3	0,73 5	0,78 1	0,40 1	0,38 5	0,38 3	0,22 2	0,36 1					0,66 2	0,18 4	
14	37742	0,66 3	0,63 7	0,77 2	0,82 2	0,28 3	0,40 4	0,19 5	0,24 5	0,23 1	0,31 2	0,21 1		0,50 1	0,23 6	0,22 1
15	209975	0,79 4	0,75 5		0,74 5	0,38 3	0,36 6	0,31 5	0,25 3					0,34 2	0,25 6	
16	36486	0,99 5	1,01 6	0,75 4		0,60 5	0,31 5	0,46 3	0,45 3	0,29 1	0,32 1	0,42 1	0,54 1	0,55 1	0,35 4	0,23 2
17	188209	1,28 3	1,02 5	0,81 2	0,60 2	0,44 3	0,41 3	0,31 5	0,41 4	0,30 2	0,38 1	0,37 1		0,54 3	0,27 3	0,35 3
18	37468	1,17 4	1,19 6		0,81 3	0,66 5	0,47 6	0,35 5	0,46 3					0,39 1	0,36 7	
19	149757	0,82 1	1,18 4	0,88 2	0,69 3	0,41 1	0,36 2	0,42 2	0,70 1		0,22 1				0,23 2	0,21 2
20	37128	1,05 4	0,94 1	0,98 3	0,52 1	0,48 4	0,43 4	0,33 4	0,34 2	0,10 2	0,18 1		0,31 1	0,53 3	0,48 3	0,22 1
21	204172	1,01 4	0,84 4	0,69 1	1,09 3	0,47 4	0,36 4	0,47 3	0,61 4		0,40 1			0,32 3	0,28 4	0,54 1
22	180968	1,13 2	1,29 1		1,05 2	0,82 2	0,97 2	0,63 1							0,36 1	
23	209339	1,37 5	1,15 5		0,69 4	0,66 5	0,45 5	0,49 2	0,39 4					0,35 3	0,45 5	
24	202214	1,23 4	1,04 7	0,88 2	0,58 4	0,58 4	0,52 5	0,36 7	0,36 2					0,51 4	0,53 6	0,26 2
25	207538	1,34 3				0,86 3	0,62 1							0,54 3	0,26 1	
26	38771	1,06 5	0,79 5	0,78 4	0,53 3	0,58 5	0,46 5	0,34 5	0,24 2		0,23 1			0,42 4	0,48 5	0,20 2
27	184915	1,10 4	1,18 3		0,53 3	0,70 4	0,49 2	0,64 3	0,51 2					0,37 1	0,38 3	

Таблица 6 (продолжение)

№ п/п	HD	He I														
		4471 n	4026 n	3820 n	4922 n	4388 n	4144 n	4009 n	3927 n	3872 n	3806 n	3785 n	3756 n	4713 n	4121 n	3867 n
28	24760	1,39 3	1,09 5	1,04 4	1,14 4	0,82 3	0,57 4	0,46 6	0,52 6	0,24 3	0,34 3	0,17 3	0,11 3	0,42 3	0,38 4	0 20 4
29	22951	1,28 5	1,15 8	0,93 4	0,68 4	0,69 6	0,83 7	0,60 6	0,38 4		0,23 2	0,30 1		0,31 2	0,65 8	0 20 1
30	193237	0,71 5	0,57 3		0,47 4	0,59 5	0,56 4	0,45 3	0,33 1					0,34 4	0,33 4	
31	2905	1,03 4	0,71 5	0,70 2	0,76 4	0,28 3	0,34 3	0,31 4	0,27 2		0,30 1	0,27 1	0,25 1	0,22 2	0,42 5	
32	24398	0,94 4	0,88 5	0,57 3	0,59 1	0,33 4	0,67 4	0,46 5	0,33 3	0,15 2	0,31 3	0,19 2	0,32 1	0,49 3	0,42 3	0 19 2
33	40111	0,93 4	0,89 3		0,72 2	0,69 3	0,50 3	0,47 3	0,36 1					0,68 2	0,50 3	
34	91316	1,25 3	1,12 6	0,83 4	0,66 1	0,60 4	0,64 4	0,45 5	0,49 5	0,37 2	0,38 2	0,09 1	0,14 1	0,51 1	0,44 4	0 47 3
35	44743	1,15 2	1,03 4	0,63 1	0,66 3	0,63 2	0,60 4	0,44 3	0,44 3	0,28 1				0,35 1	0,49 4	
36	205139	1,08 3	0,77 4	0,91 2	0,64 1	0,67 3	0,51 4	0,54 4	0,44 2	0,49 2				0,31 3	0,50 4	0 58 1
37	23180	1,17 3	1,14 9	1,12 5	1,12 4	0,67 3	0,73 6	0,53 9	0,42 8	0,24 4	0,29 2	0,45 2	0,28 1	0,53 3	0,48 7	0 22 5
38	208218	1,20 5	1,16 4	0,60 1	0,89 5	0,78 5	0,56 4	0,58 4	0,47 3	0,41 1				0,34 3	0,62 4	0 32 1
39	218376	0,89 3	0,90 5	0,91 2	0,58 2	0,70 3	0,64 4	0,47 5	0,41 3	0,33 1	0,55 2	0,56 1		0,30 3	0,51 4	0 50 4
40	21856	0,83 1	1,35 4	1,30 3	0,62 3	0,67 3	0,83 4	0,62 4	0,50 3	0,18 2	0,25 1			0,58 1	0,45 4	0 35 3
41	24131	1,02 2	1,26 6	0,92 4	0,60 2	0,89 4	0,77 6	0,59 6	0,40 4						0,44 6	0 33 3
42	116658	0,98 2	0,94 2	0,97 2	0,67 2	0,64 2	0,78 2	0,53 2	0,48 3	0,19 1	0,31 2	0,07 1	0,01 1		0,35 2	0 22 1
43	224572	0,82 2	1,03 5	0,81 3	0,66 4	0,80 2	0,78 5	0,76 4	0,34 4	0,32 2	0,32 1				0,45 5	0 23 2
44	41117	0,91 3	0,80 3		0,60 2	0,56 3	0,57 3	0,40 3						0,64 2	0,54 3	
45	206165	0,92 4	0,89 8	0,93 4	0,84 3	0,44 3	0,63 5	0,49 7	0,41 5	0,30 3	0,45 3	0,16 2	0,26 2	0,22 7	0,47 6	0 23 4
46	29248	1,33 4	1,15 5	0,82 1	0,85 4	0,58 4	0,65 5	0,55 4	0,47 3		0,24 1			0,51 3	0,40 5	
47	30836	1,23 3	1,24 6	0,78 3	0,63 4	0,68 4	0,58 6	0,67 6	0,60 4	0,30 2				0,33 2	0,34 6	0 36 2
48	31237		0,91 7	0,91 4	0,62 2	0,62 3	0,68 6	0,39 7	0,51 6	0,35 3	0,42 1	0,14 2			0,44 6	
49	35468	1,27 4	1,25 6	1,15 6	0,95 5	0,75 5	0,83 6	0,60 6	0,55 6	0,27 5	0,44 6	0,14 2	0,10 1	0,66 3	0,45 5	0 25 4
50	52089	1,26 5			1,10 4	0,64 5								0,44 5		
51	203025	0,92 3	0,92 3		0,65 3	0,72 3	0,69 3	0,66 3						0,38 2	0,26 3	
52	205021	1,36 3	1,30 6	0,90 3	0,96 5	0,73 3	0,56 3	0,59 5	0,40 4	0,21 2	0,29 4	0,19 1	0,20 1	0,25 2	0,45 3	0 21 3
53	214993	1,22 4	1,07 6	0,97 2	0,52 2	0,69 5	0,62 6	0,61 6	0,42 4	0,37 1	0,45 2			0,53 2	0,57 6	0 25 1
54	886	1,40 2	1,49 2	1,52 4	1,19 4	0,96 2	0,85 2	0,80 2	0,37 2	0,22 4	0,18 2			0,19 2	0,21 2	0 30 4

Таблица 6 (продолжение)

№ п/п	HD	He I														
		4471	4026	3820	4922	4988	4144	4009	5927	3872	3806	5785	3750	4713	4121	3867
55	16582	1,39 4	1,44 7	1,19 2	1,20 6	1,02 4	0,95 7	0,76 6	0,65 2	0,24 1				0,60 4	0,50 7	0,51 2
56	180163	1,17 1	1,10 8	0,88 5	0,78 8	0,68 5	0,56 8	0,62 7	0,41 6	0,39 6	0,28 1			0,41 3	0,20 7	0,18 5
57	216916	1,26 5	1,23 7	1,51 2	0,62 2	0,75 7	0,93 7	0,68 7	0,65 3		0,31 1			0,43 1	0,61 7	
58	3360	1,21 1	1,36 3	1,38 4	1,45 1	0,65 2	0,76 3	0,87 3	0,52 6	0,25 4	0,56 4	0,15 3	0,14 3		0,33 3	0,26 5
59	3901	0,94 3	1,09 4	0,97 2	1,06 4	0,85 2	0,84 2	0,60 3	0,32 2	0,12 1	0,46 2			0,62 1	0,30 2	0,24 1
60	4180	0,95 3	0,86 6	0,72 4	1,00 5	0,78 4	0,39 5	0,48 6	0,23 4	0,20 5	0,30 2	0,31 2	0,13 1	0,35 2	0,13 3	0,22 4
61	24640	1,24 3	1,27 5	1,28 3	0,57 3	0,83 4	0,77 6	0,57 5	0,40 3		0,36 2			0,24 3	0,37 6	0,50 1
62	147933	1,71 3			1,10 2	1,17 3								0,51 2		
63	164284	1,27 2	1,39 3			0,69 4	0,65 3	0,73 2						0,31 1	0,29 2	
64	53138	0,99 4			0,88 4	0,55 4				0,42 1				0,57 3		
65	198478	0,79 5	0,89 5		0,55 3	0,53 5	0,53 5	0,49 5	0,38 1					0,36 4	0,39 5	0,18 1
66	11415	1,02 2	1,02 4	0,96 4	0,96 2	0,86 2	0,78 2	0,37 3	0,53 3	0,16 3	0,25 4	0,16 4	0,09 3	0,25 2	0,17 4	
67	207330	1,18 4	1,17 9	1,21 4	0,69 3	0,77 5	0,86 8	0,61 9	0,61 8	0,42 4	0,27 2	0,21 1	0,30 2	0,38 3	0,43 9	0,25 4
68	180554	1,29 2	1,08 3	1,61 2	0,86 4	0,70 4	0,81 4	0,40 3	0,24 2	0,30 1					0,44 4	0,54 1
69	16908	1,16 4	1,37 7	1,21 2	0,84 4	0,88 5	0,82 7	0,54 5	0,25 3	0,19 1	0,47 2			0,34 6		
70	23478	1,51 2	1,40 1	0,57 1	1,26 2	0,52 2	0,89 2	0,70 1						0,29 1	0,36 3	0,42 1
71	23825	1,40 3	1,27 3	1,19 1	0,86 3	0,91 3	0,82 3	0,64 3		0,56 1						
72	25204	1,10 4	1,10 5		0,66 3	0,69 5	0,52 4	0,64 5	0,67 1					0,27 4		
73	26912	0,84 3	1,05 8	0,72 3	0,37 2	0,60 4	0,48 4	0,54 7	0,31 4		0,19 2			0,20 1	0,18 4	
74	29763	1,01 5	1,04 5	1,30 2	0,89 2	0,60 5	0,74 6	0,44 5	0,20 5		0,26 1	0,08 1		0,20 3	0,38 5	
75	32630	0,91 2	1,39 3	0,95 1		0,81 3	0,80 3	0,53 3	0,28 2						0,53 2	
76	41753	0,91 5	1,70 4			0,71 5	0,69 3	0,36 2	0,34 1					0,22 2	0,18 2	
77	74280	1,01 3	0,97 7	0,85 3	0,77 3	0,35 3	0,39 4	0,48 7	0,25 5	0,26 2	0,52 2			0,14 1	0,14 3	0,22 3
78	87015	1,54 3	1,57 4		0,88 1	0,87 4	1,11 4	0,88 4	0,70 1					0,50 4	0,38 4	
79	120315	1,14 1	1,60 2	1,02 3		1,01 1	0,59 2	0,54 3						0,27 2		
80	160762	1,39 3	1,65 4	1,08 3	1,30 3	0,95 3	0,90 3	0,79 4	0,49 4	0,43 5	0,32 2	0,18 1	0,16 2	0,17 2	0,30 3	0,30 4
81	164852	1,15 4	1,43 5	1,74 1	0,88 5	0,76 4	0,72 5	0,59 5	0,56 2	0,26 1	0,88:1			0,41 3	0,30 5	0,49 1

Таблица 6 (окончание)

№ п/п	HD	He I														
		4471 n	4026 n	3820 n	4922 n	4388 n	4144 n	4009 n	3927 n	3872 n	3806 n	3785 n	3758 n	4713 n	4121 n	3867 n
82	221253	1,33 1	1,30 7	1,19 2	0,67 2	0,81 3	0,88 4	0,73 7	0,39 5	0,27 3		0,34 1		0,40 3	0,27 3	0,28 3
83	36371	0,87 3	0,66 1		0,43 1	0,76 3	0,67 3	0,58 1						0,36 3	0,17 2	
84	164353	0,69 5	0,84 6	0,53 2	0,90 5	0,53 6	0,46 6	0,44 6	0,44 5	0,25 1				0,24 2	0,22 6	0,31 1
85	18604	0,52 6	0,63 5		0,56 4	0,33 5	0,19 5	0,19 5						0,47 1	0,23 3	0,23 1
86	22928	0,69 3	0,91 3	0,87 3	0,77 3	0,39 3	0,44 3	0,35 2	0,18 3	0,20 2		-0,15 1			0,23 3	0,14 1
87	109387		0,76 4	0,76 3	0,77 2	0,39 1	0,22 2	0,25 4	0,23 4		0,38 1	0,46 1			0,17 3	0,11 1
88	184930	0,66 6	0,78 5	1,02 1	0,56 6	0,41 8	0,33 7	0,31 4	0,39 2					0,35 1	0,30 6	
89	3369	0,62 2	1,00 6	0,55 2	0,65 6	0,50 2	0,63 5	0,49 5	0,65 3	0,21 1				0,27 3	0,37 4	0,18 1
90	4142	0,57 3	0,92 4	0,78 1	0,39 4	0,50 3	0,43 3	0,35 4	0,29 1			0,16 1				0,49 1
91	4727	1,15 3	1,08 4	0,31 2	0,58 4	0,73 3	0,50 2	0,35 3	0,17 1	0,14 3					0,46 2	0,11 3
92	24190		0,90 2		0,78 2	1,37 2	0,52 2	0,30 2							0,20 1	
93	34759	0,75 2	1,17 3	1,06 3	0,60 5	0,55 3	0,48 3	0,41 3	0,18 1			0,37 1		0,48 2	0,16 3	0,13 1
94	83754	0,96 3			1,80 1	0,87 3										
95	147394	1,09 3	0,57 6	0,64 4	0,64 3	0,69 4	0,70 4	0,35 6	0,38 4	0,20 3	0,16 2	0,10 1	0,18 1	0,57 2	0,22 3	0,18 4
96	199081	1,21 1	1,10 4	0,83 2	0,50 2	0,56 2	0,59 3	0,24 3	0,22 4	0,32 1	0,26 1	0,13 1			0,36 3	0,22 2
97	23302	0,30 4	0,94 5	0,30 1		0,50 2	0,20 2	0,22 2	0,14 3						0,07 1	0,05 1
98	155763	0,52 4	0,49 5	0,48 3	0,56 3	0,30 3	0,20 3	0,22 5						0,20 1	0,10 4	
99	182255	0,63 5	0,69 6		0,45 5	0,40 6	0,31 6	0,39 2	0,25 3						0,34 6	
100	188892	0,76 7	1,08 8	0,65 2	0,51 7	0,71 8	0,47 8	0,39 8	0,15 3	0,33 1	0,42 1			0,19 2	0,24 7	0,21 1
101	195810	0,77 4	0,83 7	0,48 2	0,39 3	0,37 4	0,36 5	0,24 6						0,23 2	0,13 4	0,31 1
102	212120	0,80 2	1,04 6	0,80 2	0,33 2	0,51 3	0,39 5	0,45 5	0,19 4						0,16 3	0,30 2
103	23338	0,58 4	0,73 5		0,48 2	0,44 4	0,21 3	0,36 1							0,20 4	
104	90994	0,80 6	0,98 5		0,77 2	0,55 6	0,46 6	0,24 4	0,07 1					0,22 2	0,29 3	
105	23630	0,47 3	0,54 6	0,30 2	0,36 4	0,15 3	0,23 3	0,10 1			0,16 2				0,17 2	
106	35497	0,44 3	0,55 3		0,28 2	0,25 4	0,20 4	0,26 3							0,41 4	
107	178475	1,19 4	1,21 4		0,88 1	0,50 3	0,44 3	0,56 2	0,51 1					0,42 3	0,43 3	
108	87901	0,35 2	0,53 2	0,30 3	0,63 1			0,13 1		0,10 1		0,11 1				0,08 1
109	208501	0,65 8	0,66 7		0,69 8	0,54 8	0,40 8	0,34 8	0,48 2					0,42 5	0,29 8	

Таблица 7

№ II/II	HD	He I				Si IV				Si III			Si II		Mg II	Ca II
		3985 n	4438 n	4169 n	3936 n	4212 n	4116 n	4089 n	4575 n	4568 n	4553 n	4131 n	4128 n	4181 n	4481 n	K n
1	199579	0,46 3	0,23 1				0,30 1	0,16 3			0,25 1					
2	206267	0,37 2	0,48 1			0,35 1	0,20 1	0,30 2			0,27 1					
3	210839	0,23 2					0,13 1	0,50 1								0,41 5
4	24912	0,16 1	0,30 1	0,41 1		0,18 1	0,57 2	0,39 2	0,17 2	0,13 1	0,30 2		0,20 2			
5	47839						0,24 1	0,46 3		0,46 1	0,33 1				0,28 4	
6	193322	0,39 1	0,23 1			0,27 2	0,36 2	0,45 2		0,29 1	0,28 2				0,27 1	
7	203064	0,23 2						0,20 3								
8	207198	0,38 4	0,37 3			0,17 2	0,37 6	0,65 7			0,27 2				0,35 1	0,25 1
9	37043	0,35 5	0,49 1	0,52 1	0,23 1		0,31 6	0,39 6	0,18 1	0,61 1	0,13 1				0,19 1	0,10 1
10	57061						0,51 1		0,24 2	0,39 1	0,64 1		0,16 1			
11	209481	0,27 3				0,15 1	0,36 5	0,49 5	0,20 1		0,44 1				0,43 1	0,40 4
12	214680	0,28 7	0,38 1	0,21 2	0,30 1	0,15 4	0,24 7	0,48 9					0,23 2		0,09 1	0,33 7
13	30614	0,30 5	0,53 1				0,44 6	0,83 6	0,30 2		0,45 1				0,12 3	0,37 3
14	37742	0,26 5		0,06 1		0,20 1	0,36 6	0,66 6			0,35 1				0,18 3	0,18 5
15	209975	0,25 4		0,20 3		0,09 1	0,45 6	0,60 6	0,33 1	0,12 2	0,17 3				0,10 2	0,44 5
16	36486	0,31 6				0,11 1	0,55 4	0,69 6		0,22 1	0,20 1				0,36 1	0,23 2
17	488209	0,27 5	0,13 1	0,28 1			0,65 3	0,79 3	0,31 1		0,07 1		0,17 1		0,34 1	0,39 4
18	37468	0,33 4		0,12 2		0,18 2	0,23 6	0,33 7		0,46 1	0,45 1				0,31 1	0,26 3
19	149757				0,49 1		0,21 1	0,45 3								
20	37128	0,25 4	0,31 1	0,19 1			0,62 4	0,81 1	0,24 1	0,35 4	0,43 4				0,16 2	0,15 2
21	204172	0,32 2	0,21 1				0,43 4	0,50 4	0,31 1	0,24 3	0,31 4					0,50 4
22	480968						0,58 2	0,40 1	0,46 1	0,28 1					0,29 2	
23	209339	0,33 2		0,13 1		0,20 1	0,29 3	0,46 5	0,28 2	0,30 2	0,29 3		0,18 1		0,23 2	0,35 4
24	202214	0,34 7	0,41 1	0,19 2		0,19 1	0,19 6	0,41 6		0,28 2	0,25 3					0,35 5
25	207538			0,24 1		0,21 2	0,38 1	0,20 1		0,07 1	0,29 1				0,28 2	
26	38771	0,30 4	0,18 1	0,25 2			0,33 5	0,70 6	0,33 3	0,35 5	0,53 4				0,19 3	0,25 5
27	184915	0,55 1					0,15 1	0,34 2	0,28 1	0,30 3	0,49 3					

Таблица 7 (продолжение)

№ п/п	HD	He I			Si IV			Si III			Si II		Mg II	Ca II	
		3965 n	4438 n	4169 n	3936 n	4212 n	4116 n	4089 n	4575 n	4568 n	4553 n	4131 n	4128 n	4481 n	K n
28	24760	0,31 2	0,30 2	0,14 1	0,11 3	0,04 1	0,19 3	0,31 4	0,31 3	0,38 3	0,37 3	0,07 2	0,10 2	0,20 3	0,17 6
29	22951	0,22 3	0,50 4	0,26 1			0,18 5	0,29 7			0,46 3	0,30 1	0,17 1	0,25 2	0,16 4
30	193237	0,40 3		0,66 1		0,19 1	0,15 4	0,36 2	0,35 4	0,56 5	0,65 5	0,18 1	0,05 1	0,20 3	0,74 1
31	2905	0,18 2		0,23 1	0,38 3		0,17 5	0,43 5	0,34 4	0,40 4	0,58 4			0,21 3	0,38 3
32	24398	0,37 5	0,36 2	0,14 1			0,23 4	0,41 3	0,27 3	0,49 5	0,68 4	0,32 2		0,26 1	0,36 3
33	40111	0,49 3		0,23 1			0,28 3	0,33 3	0,37 2	0,37 3	0,54 2			0,26 3	0,32 2
34	91316	0,42 8			0,36 1		0,33 3	0,45 4	0,31 1	0,30 2	0,62 3	0,41 1		0,43 1	0,33 3
35	44743	0,48 3				0,04 1	0,13 2	0,30 4		0,28 1	0,45 1	0,27 3		0,20 5	
36	205139	0,45 5		0,23 2			0,29 4	0,44 4	0,31 3	0,21 3	0,33 3	0,27 2		0,21 2	0,51 5
37	23180	0,28 3	0,20 1	0,28 1	0,27 4		0,15 3	0,24 4	0,48 1	0,20 1	0,56 3	0,18 4		0,32 3	0,25 7
38	208218	0,43 4	0,30 1	0,15 1			0,18 3	0,24 4	0,23 4	0,32 4	0,46 4	0,26 2		0,38 4	0,36 3
39	218376	0,38 5		0,17 1	0,27 3		0,18 3	0,36 5	0,28 1		0,15 1			0,22 1	0,27 3
40	21856	0,48 2	0,36 1		0,31 2		0,10 3	0,24 3		0,26 1	0,36 1	0,13 1	0,19 2	0,27 1	0,31 2
41	24131	0,27 3		0,23 2			0,18 4	0,22 5				0,13 1		0,20 2	0,12 1
42	116658			0,08 1	0,09 2		0,21 1	0,37 1		0,16 1	0,23 1			0,21 2	0,23 5
43	224572	0,32 1	0,45 1	0,15 1	0,23 1	0,22 1	0,16 1	0,29 3	0,16 1	0,19 1	0,23 1	0,14 1		0,24 3	
44	41117						0,14 3	0,23 3	0,36 3	0,40 3	0,47 3	0,28 1		0,37 3	0,50 7
45	206165	0,45 7		0,15 1			0,13 1	0,18 1	0,26 2	0,25 3	0,49 2	0,14 3	0,13 2	0,32 4	0,20 5
46	29248	0,53 3	0,12 1	0,19 1			0,11 3	0,18 1	0,09 1	0,24 3	0,43 2	0,27 4		0,32 4	0,13 1
47	30836	0,43 3		0,17 2			0,25 2	0,25 2	0,25 2	0,27 3	0,37 3	0,14 4	0,12 2	0,24 3	
48	31237	0,28 7			0,17 6		0,16 5					0,13 6			
49	35468	0,43 7					0,24 2		0,28 1		0,36 1	0,14 3		0,44 2	0,24 6
50	52089		0,38 1				0,18 2	0,45 4	0,18 2	0,45 4	0,52 4			0,45 5	
51	203025	0,33 1		0,28 1			0,09 2	0,20 3	0,09 1	0,09 1	0,20 1	0,27 1		0,25 3	0,45 2
52	205021	0,35 5	0,17 1	0,15 2	0,15 2		0,18 2	0,28 3		0,19 3	0,33 1	0,10 1		0,22 2	0,15 2
53	214993	0,36 4	0,16 1	0,16 1				0,22 5	0,24 3	0,19 2	0,38 5	0,19 2		0,22 2	0,20 4
54	886	0,21 1	0,23 2							0,15 1	0,27 2			0,26 2	0,21 2

Таблица 7 (продолжение)

№ п/п	HD	He I				Si IV			Si III			Si II		Mg II		Ca II	
		3965 n	4438 n	4169 n	3936 n	4212 n	4116 n	4080 n	4575 n	4568 n	4553 n	4131 n	4128 n	4481 n		K	n
55	16582	0,57 3		0,45 1				0,32 4	0,38 2	0,33 2	0,62 1	0,38 3		0,27 4		0,35 2	
56	180163	0,40 6						0,12 2				0,26 5		0,39 1		0,19 6	
57	216916	0,56 5	0,33 1					0,18 3		0,26 2	0,42 2			0,27 1		0,17 2	
58	3360	0,22 5			0,10 3			0,25 2								0,13 6	
59	3901				0,18 1		0,25 1					0,30 2		0,31 3		0,12 1	
60	4180	0,27 2	0,25 2	0,23 2	0,12 2		0,18 3	0,28 3	0,51 2		0,09 1	0,22 5		0,40 3		0,17 6	
61	24640	0,47 2		0,27 1				0,17 5	0,32 2		0,22 1	0,19 3		0,23 3		0,22 4	
62	147933		0,29 1						0,17 3	0,30 2	0,36 1						
63	164284			0,20 1				0,21 1						0,29 2		0,17 2	
64	53138		0,28 1						0,24 2	0,16 3	0,31 3			0,39 3			
65	198478	0,36 3		1,17 1			0,14 2	0,23 3	0,33 5	0,17 3	0,36 5	0,45 4		0,27 5		0,45 3	
66	11415	0,27 1	0,35 1	0,14 2	0,22 1	0,19 1		0,19 2				0,37 2		0,57 1		0,19 3	
67	207330	0,46 5	0,26 1					0,11 3		0,20 1	0,16 1	0,30 7		0,39 4		0,41 8	
68	180554		0,25 1		0,25 2	0,40 1		0,24 3				0,46 3		0,48 2		0,39 1	
69	16908											0,27 2		0,31 3		0,09 2	
70	23478		0,23 1											0,40 2			
71	23625	0,37 1										0,11 2		0,31 3		0,15 2	
72	25204								0,20 1		0,22 1	0,16 2	0,14 2	0,41 2		0,18 1	
73	26912			0,51 1								0,18 4		0,26 3		0,15 2	
74	29763							0,36 1		0,17 2		0,35 2		0,21 3		0,19 4	
75	32630	0,57 1										0,32 1		0,14 2		0,10 2	
76	41753											0,36 2		0,32 2		0,21 1	
77	74280	0,32 2					0,13 1	0,24 2	0,13 1					0,33 3			
78	87015		0,27 2				0,20 1					0,21 3		0,38 3		0,14 1	
79	120315											0,25 2		0,27 1			
80	160762	0,33 2	0,28 2	0,22 3	0,21 3			0,32 1				0,35 1		0,28 3		0,21 3	
81	164852		0,30 1	0,71 1	0,40 3		0,24 1	0,40 1				0,19 4		0,29 2		0,40 3	

Таблица 7 (окончание)

№ п/п	HD	He I				Si IV			Si III			Si II		Mg II	Ca II	
		3965 n	4438 n	4169 n	3936 n	4212 n	4116 n	4089 n	4575 n	4568 n	4553 n	4131 n	4128 n	4481 n	K	n
82	221253		0,36 1						0,22 1		0,60 1	0,11 1	0,21 3		0,24 3	
83	36371								0,31 3	0,31 1	0,36 3	0,64 1	0,37 1	0,52 3		
84	164353	0,35 6							0,09 1	0,13 1	0,20 1	0,39 6		0,39 5	0,53 6	
85	18604						0,21 1	0,38 1	0,15 1	0,13 1	0,09 1	0,34 5		0,39 6	0,45 2	
86	22928	0,15 2	0,17 2	0,20 2	0,15 2		0,22 2			0,31 1		0,23 3		0,29 3	0,25 4	
87	109387						0,13 1					0,22 2			0,17 1	
88	184930			0,19 6								0,44 8		0,34 5	0,25 4	
89	3369	0,41 1	0,29 2		0,32 1							0,17 2		0,65 3	0,32 2	
90	4142								0,17 2	0,14 1		0,21 1		0,20 2	0,41 1	
91	4727	0,17 1	0,43 2			0,48 1				0,47 1		0,17 2		0,52 3	0,14 2	
92	24190		0,35 2						0,17 2	0,25 2	0,15 2					
93	34759			0,09 1					0,24 1	0,24 1		0,35 3		0,24 2	0,20 3	
94	83754		0,33 1											0,65 3		
95	147394	0,47 1	0,30 1		0,20 3			0,27 2		0,40 2		0,33 3		0,47 3	0,16 2	
96	199081	0,17 1		0,23 1	0,31 1			0,28 1				0,34 2		0,41 1	0,17 2	
97	23302											0,34 3		0,23 4	0,11 4	
98	155763											0,15 5	0,12 2	0,42 2	0,23 4	
99	182255											0,42 5		0,43 5	0,24 4	
100	188892		0,13 1									0,24 8		0,39 7	0,26 4	
101	195810											0,31 4		0,42 3	0,42 2	
102	212120			0,18 1	0,17 4							0,34 5		0,26 2	0,17 4	
103	23338											0,29 4		0,52 3	0,11 1	
104	90994		0,21 1	0,15 1	0,09 1							0,43 5		0,40 6		
105	23630											0,17 4	0,14 3	0,32 2	0,23 3	
106	35497											0,17 4	0,15 4	0,30 3	0,17 2	
107	178475		0,38 1	0,29 2								0,32 3	0,14 2	0,49 4		
108	87901				0,16 1							0,49 1		0,50 2		
109	208501	0,37 3	0,33 3	0,11 4								0,63 8		0,52 8	0,66 6	

Таблица 8

№ п/п	ИД	О II												N II			С II	
		4676 п	4682 п	4650 п	4641 п	4415—17 п	4387 п	4317—30 п	4278 п	4074—76 п	4085—72 п	4631 п	3895 п	3854—56 п	4267 п	3890 п		
1	199579	0,17 2						0,30 4	0,27 1	0,22 3	0,34 3	0,10 1		0,34 3	0,29 2		0,26 1	
2	206267	0,26 1					0,12 1	0,40 1										
3	210839							0,27 2			0,38 1	0,17 2						
4	24912	0,48 1						0,38 1		0,47 1	0,34 3	0,30 2		0,37 1	0,23 1			
5	47839							0,16 1	0,16 1	0,42 1		0,37 2			0,33 1			
6	193322				0,23 2	0,75 1	0,39 1											
7	203064		0,67 2				0,14 1	0,16 1	0,16 1	0,43 5	0,38 7	0,21 2	0,12 1	0,73 1	0,33 3			
8	207198	0,18 1	0,30 2	0,95 7	0,20 1	0,45 3	0,18 3		0,21 2	0,32 2	0,50 6		0,22 4	0,21 3				
9	37043		0,38 1	0,60 4	0,41 1	0,33 2	0,30 1				0,80 1	0,17 2			0,24 1			
10	57061			0,59 1		0,23 1	0,51 2				0,47 5	0,25 1	0,21 4	0,20 3	0,23 1			
11	209481	0,32 1	0,28 1	0,63 3	0,43 1	0,34 1		0,36 1	0,39 3	0,30 2	0,48 8	0,35 2	0,15 4	0,23 4	0,18 2		0,20 2	
12	214680	0,20 1		1,01 3	0,32 2	0,31 3	0,11 4			0,20 2	0,45 4		0,26 2	0,14 3	0,14 1		0,23 1	
13	30614		0,23 2	0,87 3	0,33 2	0,30 2				0,15 4	0,45 6		0,17 4	0,19 3	0,17 1		0,19 2	
14	37742	0,14 1		0,84 3			0,14 1	0,28 2	0,15 2	0,35 4	0,52 6			0,17 2	0,44 1			
15	209975	0,30 2		0,76 4	0,33 1				0,37 1	0,15 4	0,54 6			0,24 2			0,14 2	
16	36486		0,47 1	1,09 4		0,44 3	0,30 2	0,36 2	0,24 1	0,15 4				0,41 4	0,07 1		0,10 2	
17	188209		0,34 1	0,95 3	0,25 1	0,58 1	0,30 2	0,09 1	0,17 1	0,12 1	0,46 2			0,24 4	0,44 2		0,22 2	
18	37468		0,52 1	0,78 2	0,31 1	0,36 3	0,28 1	0,24 1	0,16 2	0,20 5	0,47 7			0,13 1	0,80 2		0,16 1	0,11 1
19	149757									0,66 4	0,54 5			0,22 2	0,21 3		0,28 2	0,47 1
20	37128	0,32 1		1,46 4	0,35 2	0,47 4	0,25 3	0,46 2		0,28 4	0,54 4			0,24 3	0,34 3		0,17 1	0,24 4
21	204172	0,22 1	0,21 1	1,23 4	0,36 4	0,45 4	0,17 2	0,30 4	0,21 1	0,29 4	0,54 4			0,39 1	0,31 1			
22	180968			0,52 2		0,82 2	0,36 2	0,30 1		0,51 1				0,16 2	0,30 2		0,34 3	0,54 2
23	209339		0,30 1	0,85 4	0,44 3	0,47 3	0,13 3	0,19 2	0,38 1	0,35 4	0,74 4	0,21 1	0,14 5	0,25 4	0,16 2		0,40 1	
24	202214	0,10 1	0,26 1	0,69 4	0,38 3	0,45 3	0,20 1	0,46 4	0,37 1	0,26 5	0,68 6	0,15 1			0,35 3			
25	207538	0,49 2	0,26 1	1,09 3	0,39 3	0,81 2	0,31 2	0,49 2	0,42 2	0,25 1	0,24 1	0,37 3	0,20 4	0,21 4	0,31 1		0,23 5	
26	38771	0,35 3	0,38 2	1,41 5	0,62 3	0,63 5		0,36 5	0,32 6	0,32 6	0,66 6	0,46 4		0,47 1	0,24 1		0,47 1	
27	184915	0,45 2		1,03 4	0,71 4	0,85 3	0,25 3	0,54 2	0,26 1	0,54 1								

Т а б л и ц а 8 (продолжение)

№ п/п	HD	O II										N II			C II	
		4676 n	4682 n	4650 n	4641 n	4415—17 n	4387 n	4317—20 n	4276 n	4074—76 n	4068—72 n	4631 n	3995 n	3954—56 n	4267 n	3920 n
28	24760	0,27 2	0,24 1	1,11 3	0,71 3	0,78 3	0,23 2	0,38 3	0,29 2	0,25 4	0,50 4	0,15 2	0,18 6	0,29 6	0,31 4	0,26 6
29	22951	0,43 3	0,41 1	0,82 3	0,40 2	0,41 4	0,36 3	0,55 2	0,57 2	0,21 4	0,37 6		0,18 5	0,29 6		0,17 4
30	193237	0,57 3	0,31 3	0,78 5	0,69 5	0,61 5	0,45 4	0,15 2		0,38 3	0,47 3	0,36 4	0,43 3	0,51 1		0,52 1
31	2905	0,31 3	0,41 4	1,23 4	0,63 4	0,65 4	0,23 3	0,66 4	0,25 2	0,60 1	0,59 5	0,21 1	0,20 3	0,19 2	0,14 1	0,26 3
32	24398	0,32 2	0,42 4	0,70 4	0,46 3	0,64 3	0,31 1	0,32 2	0,41 1	0,37 4	0,56 5	0,34 2	0,37 5	0,37 3	0,32 2	0,37 4
33	40111			1,08 4	0,62 4	0,82 4	0,31 1	0,59 5		0,29 3	0,51 3		0,28 3	0,27 2	0,17 1	0,43 1
34	91316	0,36 1		0,71 2	0,70 1	0,51 2	0,63 2	0,55 2		0,43 2	0,75 4	0,35 1	0,43 5	0,36 2	0,27 2	0,34 3
35	44743	0,40 1		0,83 1	0,49 1	0,52 2	0,23 1	0,25 3	0,39 3	0,21 1	0,58 2		0,25 3	0,25 3	0,24 4	0,35 3
36	205139	0,29 2	0,41 1	0,66 3	0,51 3	0,58 2	0,25 3	0,49 3		0,31 4	0,62 4	0,33 2	0,45 5	0,52 2	0,20 1	0,37 2
37	23180	0,41 2	0,56 3	0,73 3	0,59 1	0,57 2	0,34 2	0,46 2		0,47 6	0,36 6		0,23 7	0,44 3		0,31 6
38	208218	0,40 1	0,18 3	0,58 3	0,40 3	0,64 5	0,29 5	0,49 3	0,44 2	0,37 4	0,48 4	0,16 4	0,24 3	0,29 3	0,44 3	0,38 2
39	218376			0,62 3	0,53 3	0,53 3	0,16 2	0,33 2	0,24 2	0,25 4	0,63 5		0,25 4	0,26 5	0,18 3	0,35 4
40	21856			0,33 1	0,43 1	0,32 1		0,28 2		0,39 3	0,32 3	0,31 1	0,15 4	0,29 2		0,21 3
41	24131	0,48 1		0,31 1		0,35 2	0,28 1	0,33 2	0,39 2	0,23 6	0,36 6		0,17 5	0,28 5	0,28 1	0,19 4
42	116658									0,14 1	0,34 2		0,23 2	0,19 2		0,18 3
43	224572					0,26 1	0,40 2	0,15 1	0,13 1	0,30 3	0,21 3		0,21 2	0,13 3	0,19 3	0,15 2
44	41117	0,35 2	0,20 1	0,63 3	0,63 3	0,42 3		0,43 3	0,27 2	0,45 2	0,61 2	0,27 2	0,55 3	0,34 1	0,33 3	0,38 6
45	206165			0,26 3	0,36 3	0,36 2	0,15 1	0,29 4	0,10 1	0,27 4	0,32 3	0,21 3	0,40 8	0,32 7	0,25 2	0,46 1
46	29248	0,22 1		0,35 4	0,20 1			0,27 2		0,17 4	0,23 3		0,20 5	0,36 4	0,33 5	
47	30836			0,50 2	0,35 1	0,52 2		0,16 3		0,32 4	0,21 2		0,16 5	0,26 4	0,33 5	
48	31237							0,35 4		0,19 5	0,28 6		0,12 6	0,14 3	0,14 4	0,26 6
49	35468	0,24 1	0,23 2	0,35 2		0,32 3		0,35 4	0,20 3	0,20 4	0,25 5		0,22 6	0,23 5	0,28 4	0,36 5
50	52089	0,50 3	0,25 3	0,57 5	0,33 5	0,61 4	0,33 5	0,39 3					0,20 1		0,49 2	
51	203025			0,29 2	0,25 1	0,32 1	0,18 1	0,22 1		0,15 2		0,35 1	0,23 3	0,17 1	0,56 2	
52	205021		0,20 1	0,56 3		0,22 3	0,20 2	0,24 3		0,30 2	0,36 3	0,21 1	0,22 4	0,20 7	0,47 1	0,21 3
53	214993	0,36 1	0,30 1	0,46 3	0,39 1	0,45 4	0,19 4	0,23 3	0,19 1	0,20 5	0,46 5	0,13 1	0,16 5	0,19 5	0,29 3	0,30 5
54	886	0,30 1	0,10 1	0,39 2		0,29 1		0,25 1		0,23 1	0,39 1		0,15 2	0,27 2	0,36 1	0,20 3

Таблица 8 (продолжение)

№ п/п	HD	О II										N II			C II	
		4676 n	4662 n	4650 n	4641 n	4415—17 n	4367 n	4317—20 n	4276 n	4074—76 n	4008—72 n	4631 n	3985 n	3954—56 n	4267 n	3920 n
55	16582	0,54 1		0,35 2		0,58 1	0,40 2	0,38 2		0,28 2	0,32 2	0,48 1	0,15 4	0,35 2	0,30 4	0,33 3
56	180163	0,32 1		0,26 2		0,27 1	0,31 1			0,27 3	0,47 1	0,23 3	0,14 7	0,29 3	0,44 4	0,29 4
57	216916	0,44 1		0,37 2	0,45 2	0,30 2	0,28 2	0,26 3		0,31 2	0,35 2	0,31 3	0,14 5	0,31 3	0,27 4	0,21 2
58	3360										0,20 1		0,10 2	0,16 5		0,24 5
59	3901									0,50 1				0,18 2	0,27 1	0,18 2
60	4180					0,24 1	0,12 1	0,19 1		0,28 3	0,43 3		0,12 2	0,23 6	0,33 2	0,21 5
61	24640					0,26 1		0,28 3	0,14 1	0,27 3	0,45 2		0,09 5	0,23 4	0,20 2	0,13 1
62	147933	0,30 1	0,22 2			0,58 1	0,15 1	0,38 3		0,22 2	0,31 1	0,15 1			0,27 2	
63	164284			0,12 1	0,23 2							0,15 3				
64	53138	0,34 1		0,21 5	0,49 4	0,29 3	0,17 2	0,47 3		0,37 4	0,28 4	0,40 5	0,46 5	0,35 2	0,40 3	0,17 1
65	198478	0,21 3		0,32 4	0,32 4	0,32 4	0,23 2	0,19 3		0,20 2	0,06 1		0,08 3	0,15 2	0,20 2	0,19 2
66	11415	0,42 1	0,22 1		0,31 1	0,57 1	0,23 2	0,21 1	0,24 1	0,27 2	0,43 2	0,28 2	0,16 4	0,21 2	0,38 5	0,28 8
67	207330			0,22 2	0,26 2			0,26 3	0,20 2	0,16 1	0,32 1		0,14 1	0,33 2	0,37 2	0,39 3
68	180554					0,18 1		0,28 1	0,21 1	0,11 1	0,20 4	0,45 1		0,21 2	0,35 2	0,27 2
69	16908		0,38 1					0,21 1		0,37 1			0,18 2	0,16 1	0,24 1	
70	23478							0,27 1			0,21 1		0,19 3	0,15 1	0,13 1	
71	23625					0,34 2		0,21 1		0,11 1			0,12 3	0,16 2	0,29 4	0,13 4
72	25204								0,21 1	0,46 2			0,42 3	0,33 5	0,35 2	0,42 2
73	26912							0,33 3		0,35 1	0,21 1	0,21 1	0,42 2			0,11 1
74	26763	0,16 1		0,12 1	0,27 3		0,10 1			0,13 2						
75	32630					0,36 1	0,12 1				0,28 2	0,16 2			0,29 3	
76	41753	0,32 1	0,28 1	0,25 3									0,12 4	0,34 3	0,26 4	0,19 3
77	74280			0,31 1		0,28 2	0,31 1	0,15 2		0,12 3					0,27 2	0,24 1
78	87015		0,24 1	0,36 2	0,22 2	0,33 2		0,19 1		0,30 2			0,16 1	0,23 1	0,20 1	
79	120315					0,39 1	0,36 1			0,23 1				0,23 2	0,33 3	0,29 2
80	160762	0,26 2	0,24 1		0,31 1			0,07 1	0,17 1	0,22 3	0,15 2		0,20 2	0,37 2	0,45 2	0,30 1
81	164852	0,24 2		0,27 1	0,37 1					0,29 1						

Таблица 8 (окончание)

№ п/п	HD	O II										N II			C II		
		4676 n	4662 n	4650 n	4641 n	4415—17 n	4367 n	4317—20 n	4276 n	4074—76 n	4068—72 n	4631 u	3995 n	3954—56 n	4267 n	3920 n	
82	221253							0,31 1		0,28 1	0,25 1		0,15 4	0,23 2	0,23 1	0,19 3	
83	36371			0,25 3	0,33 1	0,37 1	0,15 1	0,35 2	0,26 1	0,20 1	0,24 1	0,31 1			0,42 3		
84	164353	0,18 1	0,11 2			0,26 1		0,16 1		0,09 2	0,24 1	0,15 2	0,13 5	0,08 2	0,25 4	0,13 3	
85	18604		0,43 1	0,23 1	0,19 2	0,40 1		0,22 1		0,10 3	0,37 1	0,24 3	0,10 1	0,18 3	0,14 4	0,29 1	
86	22928				0,49 1		0,17 2	0,16 1	0,22 2	0,67 1	0,10 1	0,37 1	0,23 2	0,21 4	0,27 1	0,11 2	
87	109387												0,21 3	0,22 1		0,13 1	
88	184930			0,16 1	0,10 1	0,32 1		0,18 2		0,19 6			0,09 4		0,14 7	0,15 3	
89	3369							0,24 2		0,10 1	0,49 3			0,51 3	0,43 2	0,15 1	
90	4142	0,26 1	0,16 1	0,17 1	0,19 1					0,08 1		0,23 1	0,06 1		0,10 1		
91	4727					0,16 2	0,21 2	0,24 2	0,19 2	0,15 1	0,24 2	0,40 2	0,16 2	0,28 1	0,58 2	0,05 1	
92	24190							0,25 2					0,12 2		0,13 2		
93	34759											0,50 1			0,11 1	0,16 2	
94	83754	0,30 2			0,25 1		0,44 2	0,56 1		0,16 2	0,41 1		0,14 2	0,14 3	0,25 3	0,43 2	
95	147394	0,24 1	0,44 1				0,22 2	0,33 4	0,20 3	0,32 3	0,31 1		0,14 1	0,41 2	0,48 1	0,19 2	
96	199081							0,24 1	0,11 1						0,14 1	0,12 1	
97	23302														0,14 1	0,13 2	
98	155763														0,25 1		
99	182255				0,22 2		0,14 2			0,11 2		0,19 3	0,16 1		0,26 2	0,15 2	
100	188892		0,15 2	0,34 1	0,17 1					0,15 2				0,20 4	0,23 2	0,13 2	
101	195810							0,13 2		0,12 2	0,22 1				0,18 1		
102	212120																
103	23338							0,16 1		0,22 2	0,37 2			0,37 1		0,05 1	
104	90994																
105	23630																
106	35497														0,17 3		
107	178475							0,36 1			0,44 1				0,66 1		
108	87901													0,16 1	0,45 1		
109	208501								0,33 4				0,13 4		0,28 6	0,25 3	

Для каждой данной группы линий была найдена

$$\rho = 0,6745 \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_i^2}{n-1}},$$

вероятная ошибка отдельного измерения эквивалентной ширины линии, а затем величина $\rho/\overline{W}_\lambda$ — вероятная ошибка отдельного измерения W_λ , выраженная в процентах. Эта величина лучше всего характеризует точность определения каждого значения эквивалентной ширины линии данной интенсивности.

Результаты определения $\rho/\overline{W}_\lambda$ для различных $\overline{W}_\lambda$ сведены в таблицу (табл. 9). Легко видеть, что относительная вероятная ошибка одного определения эквивалентной ширины (ошибка обработки) убывает с ростом эквивалентной ширины примерно от 20% для $W_\lambda < 0,50 \text{ \AA}$ до 4,5% для $W_\lambda > 8,0 \text{ \AA}$.

Для линий с $W_\lambda > 8,0 \text{ \AA}$ относительная ошибка одного определения остается примерно постоянной, около 4,5%.

Точность определения эквивалентных ширин линий оказалась довольно хорошей, несмотря на относительно невысокую дисперсию полученных спектрограмм, 75 $\text{\AA}/\text{мм}$.

Укажем для сравнения, что для средней дисперсии около 36 $\text{\AA}/\text{мм}$ (в два раза большей, чем у нас) Вильямс нашел [4] следующие вероятные ошибки (в процентах) одного определения эквивалентных ширин линий:

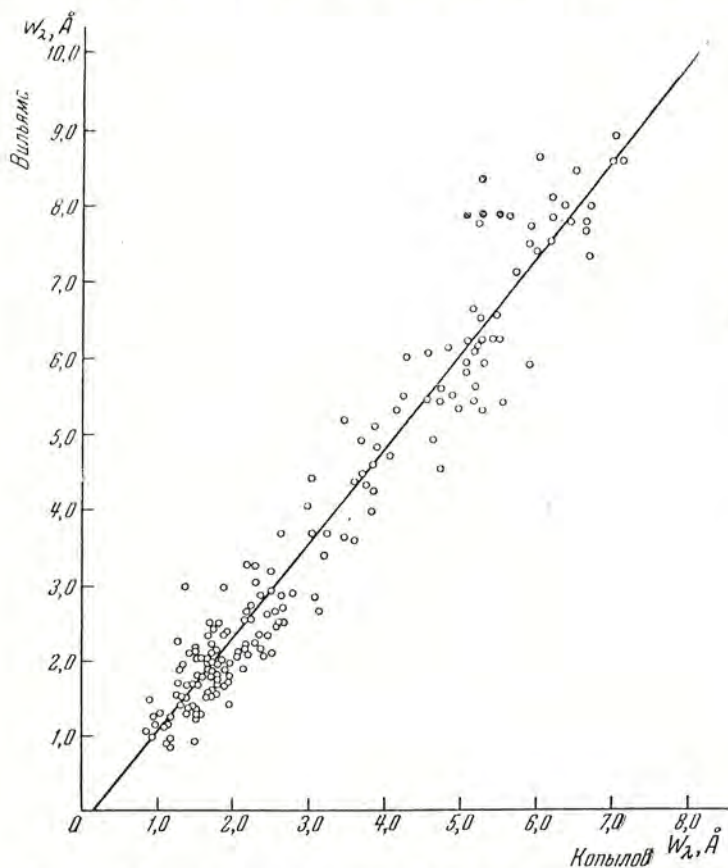
Линии водорода	вероятная ошибка	6,7% для $\overline{W}_\lambda = 3,80 \text{ \AA}$
Диффузный триплет He I	»	7,9% » $\overline{W}_\lambda = 0,92 \text{ \AA}$
Резкий триплет He I	»	16,3% » $\overline{W}_\lambda = 0,30 \text{ \AA}$

Т а б л и ц а 9

Пределы $W_\lambda, \text{ \AA}$	Водородные линии			Прочие линии		
	$\overline{W}_\lambda, \text{ \AA}$	$\rho/\overline{W}_\lambda, \%$	n	$\overline{W}_\lambda, \text{ \AA}$	$\rho/\overline{W}_\lambda, \%$	n
< 0,10				0,09	23,0	26
0,10— 0,15				0,14	25,0	22
0,15— 0,20				0,18	21,3	31
0,20— 0,30				0,27	18,1	17
0,30— 0,50	—	—	—	0,44	17,4	35
< 0,50	0,41	17,5	6	—	—	—
0,50— 1,00	0,80	10,8	47	0,75	11,2	59
1,00— 1,50	1,30	10,0	48	1,17	9,4	59
1,50— 2,00	1,75	9,6	50	1,57	9,9	22
2,00— 2,5	2,23	9,3	50	—	—	—
3,0 — 3,5	3,20	7,0	51			
3,5 — 4,0	3,70	7,8	51			
5,0 — 6,0	5,50	6,0	49			
7,0 — 8,0	7,65	5,5	22			
8,0 — 9,0	8,40	3,9	24			
9,0 — 10,0	9,55	4,8	6			
10,0 — 12,0	11,25	3,9	9			
13,0 — 14,0	13,90	5,3	7			

Вероятная ошибка среднего арифметического значения W_λ для каждой линии, приведенного в табл. 3—8, может быть найдена по величине $\rho/\overline{W}_\lambda$ из табл. 9 и числу отдельных измерений n , вошедших в это среднее.

Нам известно около 20 работ по спектрофотометрии звезд, в которых приводятся результаты определений контуров и эквивалентных ширин линий поглощения для звезд ранних спектральных классов.



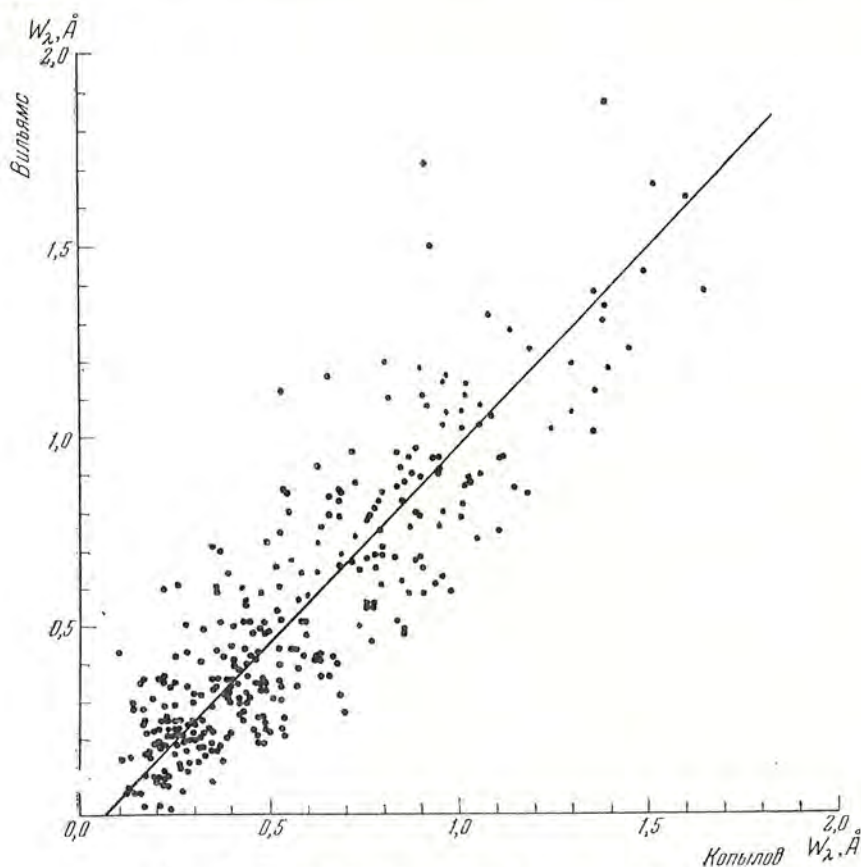
Фиг. 1. Сравнение эквивалентных ширин линий водорода по Вильямсу и по нашим измерениям.

Мы сравнили наши определения с результатами некоторых из этих работ: а) работ, в которых приведены достаточно обширные ряды определений эквивалентных ширин большого числа линий для большого числа звезд; б) работ, выполненных с использованием спектрограмм с большой дисперсией; в) работ, в которых применялись несколько иные, чем у нас, методы определения эквивалентных ширин и контуров линий.

Наиболее обширным рядом как по числу обработанных линий, так и по числу звезд является ряд Вильямса [1,2].

На фиг. 1, 2 и 3 приводится сравнение эквивалентных ширин линий, определенных Вильямсом и нами, отдельно для водорода, гелия и других линий соответственно, по 33 общим звездам спектральных подклассов О6—В7.

Имеются систематические расхождения в эквивалентных ширинах линий водорода (наши W_λ в среднем слегка меньше) и линий прочих элементов (наши W_λ в среднем больше). Кроме того, на фиг. 3 бросаются в глаза и большие случайные ошибки, особенно для слабых линий.



Фиг. 2. То же, что и на фиг. 1, для линий He I.

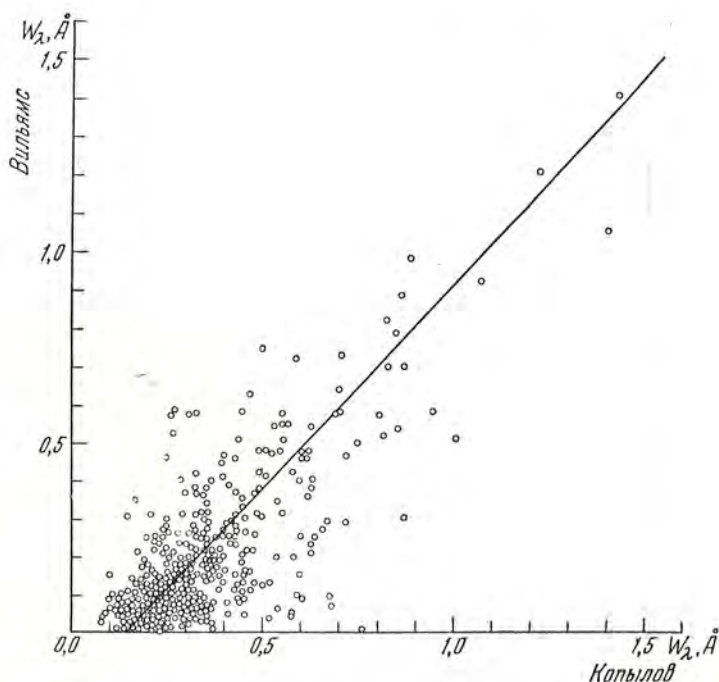
На фиг. 4 приведено сравнение наших определений W_λ водородных линий с данными Гюнтера [3], полученными по снимкам с объективной призмой с дисперсией $45 \text{ \AA/мм}$, по 39 общим звездам.

Далее мы сравнили наши результаты с определениями W_λ , выполненными в Эдинбурге для звезд O и B1 и опубликованными в серии работ [4,5,6] (дисперсия $29 \text{ \AA/мм}$ у H_γ). Такое сравнение представлялось очень важным, так как метод обработки регистрограмм, примененный в Эдинбурге, существенно отличался от нашего. Перевод почернений в $\lg I$ с помощью характеристической кривой производился без предварительного сглаживания регистрограмм. Сглаживались (усреднялись) уже результаты измерений контуров линий, выраженные в $\lg I$, а непрерывный спектр проводился сравнением со стандартом — непрерывным спектром звезды S Mon (O7 V).

Результаты сравнения приведены на фиг. 5 и 6 для линий водорода и остальных линий соответственно, по 16 общим звездам. Фиг. 5 и 6

показывают довольно хорошее согласие определений как в отношении случайных, так и систематических ошибок.

Проведено было также сравнение наших определений W_λ с определениями, выполненными на обсерватории Асыяго [7], с определениями А. А. Боярчука [8], выполненными по спектрограммам, полученным на том же спектрографе, что и наши, но с дисперсией $22 \text{ \AA/мм}$, Виль-



Фиг. 3. То же, что и на фиг. 1, для всех линий, кроме линий Н и He I.

ямса [9] и Мак-Дональд [10] (только водородные линии), Элви и Кинана [11], Рудника [12], Андерхилл [13—15], Петри [16] и др. [17—20].

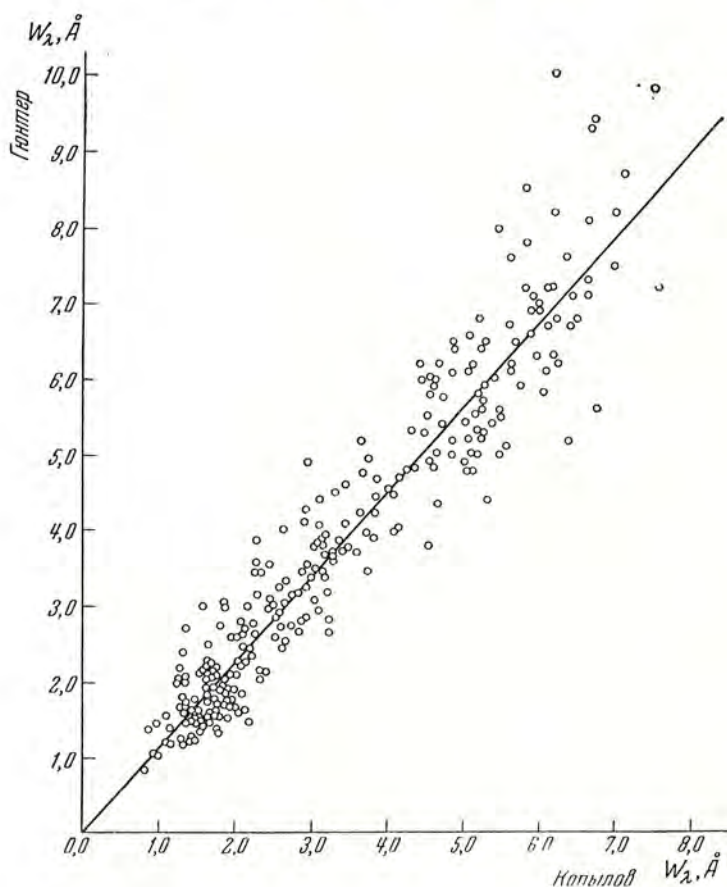
Не имея возможности приводить графики сравнения нашего ряда эквивалентных ширин со всеми другими рядами, мы приводим сводку некоторых зависимостей, связывающих наш ряд с большинством наиболее важных рядов других авторов, включая и те, для которых приведены графики (фиг. 1—6).

Для водородных линий:

W	$= -0,15 \pm 1,25 \text{ К}$	Вес	2	[1]
G	$= 0,0 \pm 1,13 \text{ К}$	»	2	[3]
W_1	$= -0,20 \pm 1,12 \text{ К}$	»	2	[9]
Ed	$= +0,20 \pm 1,02 \text{ К}$	»	2	[4—6]
As	$= -0,10 \pm 1,14 \text{ К}$	»	2	[7]
B	$= -0,40 \pm 1,21 \text{ К}$	»	2	[8]
McD	$= +0,25 \pm 1,05 \text{ К}$	»	3	[10]
U_1	$= -0,40 \pm 1,40 \text{ К}$	»	2	[13]

Для линий гелия и других элементов (для ряда Вильямса [1] раздельно):

$W_{\text{Hr}} = -0,15 + 1,07 K$	Вес 2	[1]
$W_{\text{He}} = -0,06 + 1,04 K$	» 2	[1]
$Ed = -0,05 + 0,97 K$	» 2	[4—6]
$As = -0,07 + 1,09 K$	» 1	[7]
$B = 0,0 + 0,88 K$	» 2	[8]
$U_1 = +0,01 + 0,80 K$	» 2	[13]



Фиг. 4. Сравнение W_{λ} для водородных линий по Гюнтеру и нашим определениям.

Сопоставление приведенных соотношений других рядов с нашим показывает, что все ряды имеют систематические различия в эквивалентных ширинах как слабых, так и сильных линий. Чрезвычайно важной задачей является поэтому выбор какой-либо единой «стандартной» системы, по отношению к которой можно было бы определять систематические отклонения каждого отдельного ряда эквивалентных ширин. В связи с этим отметим, что мы не нашли систематической зависимости эквивалентных ширин линий, определяемых различными авторами, от используемой дисперсии. По-видимому, различия в системах эквивалентных ширин

определяются в основном различиями в методах обработки спектрограмм: проведении непрерывного спектра, контура линии и т. д.

Работа по созданию стандартной системы эквивалентных ширин линий в звездных спектрах еще далека от завершения (см. [21]). Поэтому мы сочли возможным в качестве «стандартной системы» эквивалентных ширин линий поглощения взять средневзвешенное из всех систем W_λ [1—22], не показывающих значительных случайных ошибок.

Мы нашли зависимости между каждым рядом [1—22] и нашим рядом — наиболее обширным как по числу звезд в нем, так и по числу обработанных линий и, самое главное, по числу отдельных определений W_λ для каждой данной линии.

На основании этих зависимостей была найдена средняя система. При усреднении каждому ряду эквивалентных ширин придавался определенный вес (1, 2 или 3) в зависимости от ряда факторов (дисперсия, число отдельных определений, внутренняя сходимость и др.). При усреднении использована и наша система. Полученную таким путем среднюю систему мы приняли в качестве стандартной и имели возможность привести к ней затем любой другой ряд.

Средняя система была получена отдельно для водородных линий и линий остальных элементов.

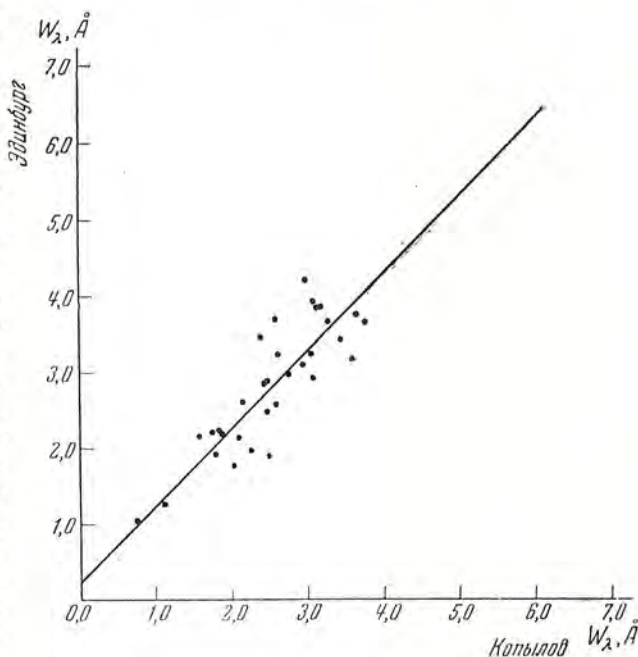
Получены следующего вида зависимости между нашей системой и «стандартной»:

$$W_H = -0,10 + 1,14 K_H$$

$$W_{пр} = -0,05 + 1,0 K_{пр}.$$

Здесь W_H и K_H — эквивалентные ширины в «стандартной» и нашей системах соответственно для линий водорода, а $W_{пр}$ и $K_{пр}$ — для линий остальных элементов.

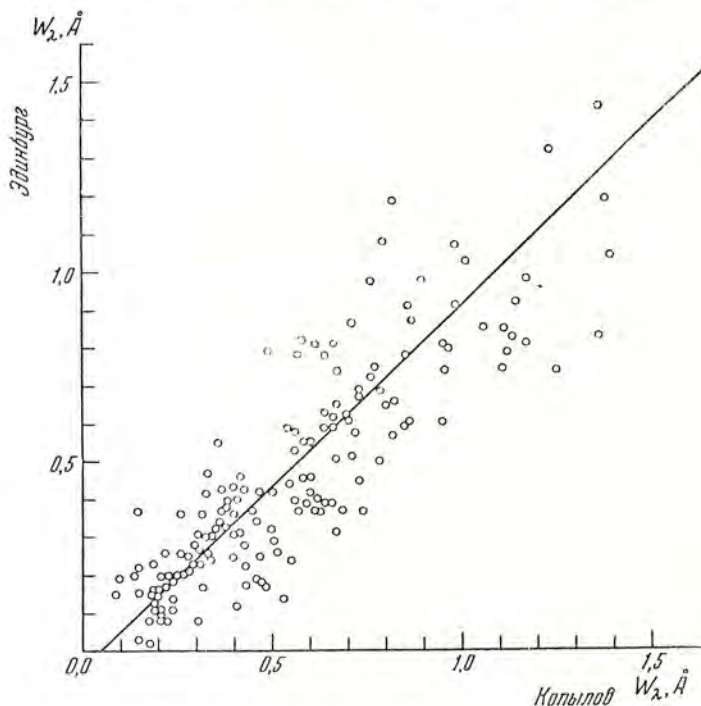
Таким образом, из этих соотношений можно видеть, что наша система оказалась довольно близкой к «стандартной». Все линии, кроме водородных, в нашей системе завышены всего на 0,05 Å, а водородные линии занижены примерно на 14%.



Фиг. 5. Сравнение W_λ для водородных линий по Гривсу, Бекеру, Вилсону и нашим измерениям.

Причинами этих систематических расхождений могут быть два обстоятельства.

1) Непрерывный спектр мог проводиться на регистрограммах у нас несколько выше его истинного положения. В результате этого в эквивалентную ширину каждой линии, если непрерывный спектр всюду одинаково завышен, могла добавляться доля, пропорциональная ширине линии. Действительно, для приведения нашей системы к «стандартной» мы



Фиг. 6. То же, что и на фиг. 5, для всех линий, кроме линий H.

из каждой W_λ вычитаем определенную величину, причем для водородных, более широких, линий эта величина в два раза больше, чем для остальных линий. Для остальных линий, ширина которых определяется инструментальными причинами, эта поправка должна быть, и на самом деле оказывается, одинаковой.

2) Кроме того, на спектрограммах, полученных с умеренной или небольшой дисперсией, у водородных линий крылья прослеживаются до меньшего расстояния от ядра, чем на спектрограммах с большой дисперсией. Это обстоятельство может привести к тому, что эквивалентные ширины водородных линий, найденные по спектрограммам с небольшой дисперсией, окажутся заниженными. Занижение будет тем больше (по абсолютной величине), чем интенсивнее сама линия и чем сильнее развиты крылья.

Возможно, что в нашем случае эквивалентные ширины водородных линий занижены на 14% именно за счет этого обстоятельства. Дисперсия использованных нами спектрограмм (75 Å/мм) является самой низкой

из дисперсий спектрограмм всех сравниваемых рядов эквивалентных ширин, обладающих достаточно высокой точностью (от 3,2 до 55 Å/мм).

Сравнение нашего ряда эквивалентных ширин с другими рядами (см., например, фиг. 1—6) и со «стандартной» системой со всей очевидностью указывает на то, что спектры звезд, полученные с дисперсией, подобной нашей (75 Å/мм), могут быть с успехом использованы для достаточно точных количественных измерений, в частности для определений полных поглощений в абсорбционных линиях, особенно если эти определения основываются не на единичных измерениях эквивалентной ширины для каждой линии, а на нескольких спектрограммах. Желательно иметь не менее трех спектрограмм нормальной плотности для данного интервала длин волн.

Результаты данной работы будут использованы для проведения двумерной количественной спектральной классификации звезд O5—B7 и затем для работ по исследованию физических условий в атмосферах этих звезд.

Работа по определению эквивалентных ширин линий будет распространена на звезды более поздних спектральных классов, от B8 до A9 включительно.

В заключение считаю своим долгом принести глубокую благодарность чл.-корр. АН СССР проф. Э. Р. Мустелю за руководство работой и Г. Н. Шарановой за ценную помощь в обработке наблюдательного материала.

Октябрь 1957 г.

Л и т е р а т у р а

1. E. G. Williams. *Ap. J.*, **83**, 279, 1936.
2. E. G. Williams. *Ap. J.*, **83**, 305, 1936.
3. S. Günther. *Zs. f. Ap.*, **7**, 106, 1933.
4. E. A. Baker. *Publ. Obs. Edinburgh*, **1**, 15, 1949.
5. W. M. H. Greaves, E. A. Baker, R. Wilson. *Publ. Obs. Edinburgh*, **1**, 115, 1955.
6. R. Wilson. *Publ. Obs. Edinburgh*, **2**, 3, 1956.
7. G. Righini, G. de Strobel, G. Gadoli, G. Mannino, S. Tafara. *Contrib. Oss. Asiago*, № 51, 1954.
8. А. А. Боярчук. *Изв. Крымской астрофиз. обс.*, **17**, 90, 1957.
9. E. G. Williams. *Ann. Sol. Phys. Obs. Cambridge*, **2**, pt. 2, 1932.
10. J. McDonald. *Publ. Domin. Astrophys. Obs.*, **9**, № 9, 1953.
11. C. T. Elvey. *Ap. J.*, **71**, 191, 1930; *Ap. J.*, **71**, 221, 1930; C. T. Elvey a. P. Keenan. *Ap. J.*, **74**, 23, 1931; C. T. Elvey. *Ap. J.*, **78**, 219, 1933.
12. P. Rudnick. *Ap. J.*, **83**, 439, 1936.
13. A. B. Underhill. *Ap. J.*, **107**, 349, 1948.
14. A. B. Underhill. *Contrib. Domin. Astrophys. Obs.*, № 35, 1953.
15. A. B. Underhill. *Publ. Domin. Astrophys. Obs.*, **10**, 169, 1956.
16. R. M. Petrie. *Publ. Domin. Astrophys. Obs.*, **7**, 321, 1947.
17. J. B. Oke. *Ap. J.*, **120**, 22, 1954.
18. F. E. Roach, L. Blitzler. *Ap. J.*, **92**, 50, 1940.
19. J. Stock. *Ap. J.*, **123**, 253, 1956.
20. A. Slettebak. *Ap. J.*, **124**, 173, 1956.
21. K. O. Wright. *Trans. I. A. U.*, **9**, 527, 1957.
22. G. Mannino, I. Humblet. *Ann. astrophys.*, **18**, 237, 1955.

ДВУМЕРНАЯ КОЛИЧЕСТВЕННАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ 238 ЗВЕЗД O5—B7 И ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ СПЕКТР—АБСОЛЮТНАЯ ВЕЛИЧИНА

И. М. Копылов

На основе каталога эквивалентных шириин избранных линий поглощения в спектрах 238 звезд спектральных классов O5—B7 разработаны критерии классификации звезд по двум параметрам — спектральному классу и абсолютной величине.

За исходную (стандартную) систему спектральных классов взята система МК (Морган, Киан). Абсолютные величины стандартных звезд определялись по принадлежности звезд к различного рода пространственным группировкам.

Для определения спектральных классов использовалось от 1 до 20 критериев (отношений специальным образом подобранных сочетаний линий поглощения) для каждой звезды.

Вероятная ошибка определения спектрального класса звезды в среднем $\pm 0,14$ и $\pm 0,28$ одного спектрального подкласса, для звезд спектральных классов более ранних и более поздних, чем B3, соответственно.

Для определения абсолютных величин звезд использовалось от 1 до 15 критериев — специально подобранных сочетаний линий поглощения. Средняя вероятная ошибка определения абсолютной величины для всех звезд равна $\pm 0,10$; лишь для 5% звезд ошибка больше, чем $\pm 0,25$.

Проведено сравнение полученных систем спектральных классов и абсолютных величин звезд O5—B7 с системами других авторов, в частности, с системой абсолютных величин Петри [22, 23] и системой (D , $\lambda_1 - 3700$) [13].

Построена диаграмма спектр—абсолютная величина. Основные черты диаграммы: наличие двух широких полос (последовательностей), одна из которых образована звездами классов светимости III—V, а вторая — звездами сверхгигантами Ia—Ib. Ширина этих полос довольно значительна, от 2^m до 3^m . В области спектральных подклассов O9—B1 полосы частично налагаются одна на другую. Высказано предположение, что полоса сверхгигантов Ia—Ib (абсолютные величины от $-5,5^m$ до $-7,5^m$) начинается со спектральных классов не ранее O9, а звезды O5—O8 являются продолжением в сторону ранних подклассов O «главной последовательности» — полосы звезд, образуемой классами светимости III—V.

Рассмотрено распределение по абсолютным величинам звезд Of и Oa.

С использованием полученных абсолютных величин найдены модули расстояния до пяти галактических скоплений и ассоциаций. Определена «линия нулевого возраста» — главная последовательность для звезд, только что закончивших гравитационное сжатие.

Проведено краткое обсуждение полученной диаграммы спектр—абсолютная величина с точки зрения существующих гипотез эволюции горячих звезд.

A TWO DIMENSIONAL QUANTITATIVE SPECTRAL CLASSIFICATION OF 238 O5—B7 STARS AND THE CONSTRUCTION OF A SPECTRUM—ABSOLUTE MAGNITUDE DIAGRAM, by *I. M. Kopylov*. — On the basis of the catalogue of equivalent widths of selected absorption lines in the spectra of 238 O5—B7 stars, criterions have been worked out for classifying stars according to two parameters — the spectral class and absolute magnitude.

The MK standard has been chosen as the initial (standard) system of spectral classes. The absolute magnitudes of the standard stars were determined in dependence on the space group to which the given star belongs.

For determining the spectral classes from 1 to 20 criterions (the ratios of specially chosen combinations of absorption lines) were used for each star. The probable error of a spectral class of a star is in the mean ± 0.14 and ± 0.28 of one spectral subclass, for stars of earlier and later spectral class than B3 respectively.

For deriving the absolute magnitudes of the stars from 1 to 15 criterions — specially selected combinations of absorption lines — were used. The mean probable error of an absolute magnitude for all the stars is $\pm 0^m.10$, the error being larger than $0^m.25$ for only 5% of the stars.

The derived systems of spectral classes and absolute magnitudes of O5—B7 stars were compared with the systems of other authors, in particular with the Petrie system of absolute magnitudes [22, 23] and the system ($D, \lambda - 3700$) [13].

A spectrum-absolute magnitude diagram was drawn. The main peculiarity of the diagram is that there are two wide bands (sequences), one of which is formed by stars of luminosity class III—V, the other by supergiant stars Ia—Ib. The width of these bands is considerable, from 2^m to 3^m . In the region of the spectral classes O9—B1 the bands are partly superposed.

A supposition is stated, that the band of supergiants Ia—Ib (absolute magnitudes from $-5^m.5$ to $-7^m.5$) begins with spectral classes not earlier than O9 and the O5—O8 stars are a continuation, towards the early subclasses O, of the «main sequence» — bands of stars formed by stars of luminosity III—V.

The distribution of Of and OA stars with absolute magnitude is considered. The moduli of distance were found for 5 galactic clusters and associations, using the derived M . The «line of zero age» — the main sequence for stars for which gravitational contraction has just ended — was found.

The constructed spectrum-absolute magnitude diagram is discussed briefly from the point of view of the existing hypotheses on the evolution of hot stars.

§ 1. ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Изучение структуры диаграммы спектр — абсолютная величина является одной из предпосылок успешного исследования многих вопросов проблемы происхождения и путей эволюции звезд.

Различия физических и пространственно-кинематических характеристик звезд, образующих различные последовательности на диаграмме спектр — абсолютная величина, имеют, несомненно, эволюционный характер и являются результатом различий в условиях происхождения и путях эволюции звезд.

Вид диаграммы спектр — абсолютная величина и взаимное расположение на ней основных последовательностей в общих чертах установлены. Дальнейшая работа по изучению диаграммы спектр — абсолютная величина заключается в последовательном уточнении морфологических и пространственно-кинематических характеристик звезд, образующих ту или иную область или последовательность на диаграмме, в изучении внутренней тонкой структуры последовательности, в определении

истинной дисперсии звезд в различных точках каждой последовательности и т. д.

Причины и истинные величины дисперсии звезд в различных последовательностях на диаграмме спектр—абсолютная величина до сих пор еще недостаточно изучены. В результате этого все еще остается неясным следующее: какой может быть величина истинной дисперсии в распределении звезд внутри различных последовательностей для пространственных группировок звезд с общим происхождением (шаровых и галактических скоплений, ассоциаций и т. д.) и, что особенно важно, для звезд общего галактического поля.

Между тем очевидно, что знание истинной дисперсии в распределении звезд внутри той или иной последовательности и определенное представление о внутренней структуре последовательностей имеет очень большое значение для успешной разработки вопросов происхождения и направления развития звезд данной последовательности, особенно для последних этапов этой работы — сопоставления теоретических выводов с данными наблюдений.

Трудность изучения данного вопроса заключается, однако, в том, что параметры звезд, необходимые для построения и детального изучения структуры диаграммы спектр — абсолютная величина, до сих пор еще определяются со значительными ошибками.

Действительно, методы массового определения спектральных классов и абсолютных величин звезд (за исключением самых близких к Солнцу) в большинстве носят качественный характер и поэтому по своей сущности не могут дать достаточно высокой точности. В самом деле, даже наиболее совершенный и детально разработанный из методов двумерной качественной спектральной классификации, созданный на обсерватории Иеркс в 1943 г. [1] и затем усовершенствованный в 1953 г. [2], позволяет определять спектральный класс звезд со средней точностью до одного подкласса, а по абсолютным величинам разделять звезды всего лишь на несколько классов светимости.

Для некоторых областей диаграммы, в частности, для ее правого нижнего угла, можно определить оба необходимых параметра с довольно высокой степенью точности. Для звезд спектральных классов F и более поздних в ближайших окрестностях Солнца абсолютные величины могут быть определены достаточно надежно по тригонометрическим параллаксам. Если же наряду со спектральным классом определять и другой эквивалент температуры — показатель цвета, также получаемый очень уверенно, то можно изучать уже внутреннюю структуру главной последовательности и оценивать величину дисперсии входящих в нее звезд относительно средней линии.

С целью изучения этого вопроса для звезд главной последовательности поздних спектральных классов выполнен ряд работ. Результаты этих работ, выполненных в самые последние годы и посвященных определению фотоэлектрических показателей цвета [3—5] или точных спектральных классов [6] для звезд с достаточно надежно определенными расстояниями, свидетельствуют о том, что реальная дисперсия главной последователь-

ности звезд в общем галактическом поле довольно велика, порядка $0^m.5$ — $1^m.0$ для различных отрезков последовательности, увеличиваясь к более ранним спектральным подразделениям [3, 6].

Реальность такой значительной дисперсии подтверждается целым рядом независимых данных, в том числе различием интенсивности некоторых линий поглощения и интенсивности ультрафиолетовых участков спектра в зависимости от абсолютной величины звезд данного спектрального класса.

В то же время для главных последовательностей галактических скоплений дисперсия существенно меньше, чем для звезд в окрестностях Солнца, а для некоторых скоплений практически отсутствует.

Причины этого примечательного различия в величине дисперсии следует, по-видимому, искать в том, что звезды каждого данного скопления имеют общее происхождение и, вероятно, примерно один и тот же возраст, в то время как звезды общего галактического поля могут иметь как разное происхождение, так и разный возраст, что может проявиться, в частности, в различии абсолютных величин звезд данного спектрального класса (или наоборот).

Отсюда вытекает необходимость дальнейшего, более детального сравнительного изучения диаграмм спектр—абсолютная величина для звезд галактического поля (смеси звезд разного происхождения и различного возраста) и для галактических скоплений и других пространственных группировок, звезды которых обладают общностью происхождения и примерно одинаковым возрастом (конечно, разным для различных скоплений). Необходимо дальнейшее развитие методов определения абсолютных величин и спектральных классов количественными спектроскопическими методами. В этом отношении весьма перспективными оказываются, в частности, методы спектральной классификации, изложенные в [6, 7]. Особенно многообещающим количественным методом определения абсолютных величин звезд поздних спектральных классов (G0 и более поздних) является изучение ширины и интенсивности эмиссий в центре линий H и K, Ca II (см. об этом [8]).

Детальное изучение распределения звезд ранних спектральных классов O, B и A на диаграмме спектр—абсолютная величина имеет важное значение для решения одного из узловых вопросов современной звездной космогонии — вопроса о происхождении и эволюции горячих массивных звезд. Исследование этого вопроса особенно необходимо в связи с той важной ролью, которую, возможно, играют O-ассоциации и галактические скопления спектральных классов O и B в образовании подавляющего большинства звезд плоской составляющей Галактики.

Приходится, однако, констатировать, что именно для горячих звезд больших светимостей — левого верхнего угла диаграммы — сведения о том, образуют ли горячие звезды различных спектральных классов другие достаточно четкие последовательности, кроме главной, весьма скудны. Едва ли можно сказать что-либо вполне определенное на основании опубликованных до сих пор материалов и о дисперсии главной последовательности в области спектральных классов O, B и A для звезд общего галактического поля.

Менее определены, чем для скоплений поздних спектральных классов, и данные о дисперсии главной последовательности для О-скоплений. Можно сказать лишь, что дисперсия главной последовательности звезд для О-скоплений значительно больше, чем для скоплений поздних спектральных подклассов В. Об этом убедительно свидетельствуют данные наблюдений [9—11].

Для галактических скоплений получение надежной диаграммы спектр—видимая величина и оценка дисперсии главной последовательности не представляет значительных затруднений вследствие равенства расстояний до звезд, образующих каждое данное скопление. Для горячих же звезд общего галактического поля, из-за отсутствия в настоящее время достаточно надежного метода определения индивидуальных абсолютных величин звезд с необходимой для этого точностью, построение диаграммы спектр—абсолютная величина не приводит ни к каким определенным выводам.

Можно ожидать, на основании роста дисперсии главной последовательности звезд поздних спектральных классов в галактическом поле с продвижением в область более ранних спектральных классов (см. об этом [3, 5, 6]), что для горячих звезд галактического поля дисперсия главной последовательности может оказаться значительной. Это предположение становится более вероятным в свете основных выводов работы [9].

Между тем получение наблюдательных данных, непосредственно подтверждающих это предположение, в значительной степени тормозится из-за несовершенства существующих методов массового определения абсолютных величин и спектральных классов горячих звезд с необходимой для этого точностью.

Если спектральные классы звезд В0—А0 главной последовательности можно в настоящее время определять с довольно высокой точностью, пользуясь двухцветной диаграммой, так, как это изложено в [2] и [12], то абсолютные величины звезд О и В определяются в массовом порядке лишь с точностью до одного класса светимости, что соответствует вероятной ошибке, по-видимому, порядка $\pm 0^m,5$.

Таким образом, из вышеизложенного напрашивается определенный вывод. Для изучения происхождения и эволюции горячих звезд, наряду со всесторонним анализом морфологических признаков индивидуальных звезд и исследованием и сравнением пространственно-кинематических характеристик различных групп горячих звезд, необходима разработка методов количественной классификации звезд по двум параметрам (спектр—температура и светимость—ускорение силы тяжести) с целью построения надежной диаграммы спектр—абсолютная величина для горячих звезд общего галактического поля и сравнения ее с аналогичными диаграммами для отдельных галактических скоплений и ассоциаций.

В связи с этим мы сочли важным предпринять попытку определения по возможности более точных спектральных классов и абсолютных величин звезд ранних спектральных классов спектроскопическим методом. Имея в виду, что уже разработка достаточно совершенной системы двумерной качественной спектральной классификации звезд (МК),

основанной на глазомерных оценках интенсивностей линий поглощения, позволила получить новые чрезвычайно важные результаты, естественно полагать, что создание системы двумерной количественной спектральной классификации позволит сделать в этом направлении еще один шаг вперед.

Существующие системы количественной двумерной классификации, основанные на определении спектрофотометрическими способами величины бальмеровского скачка и его местоположения (величин D и λ_1) [13] или величины скачка и центральных интенсивностей водородных линий (D , R_c) [14], оказываются заметно точнее классификации звезд в системе МК, но они еще недостаточно разработаны, чтобы позволить находить не классы светимости, а индивидуальные абсолютные величины звезд и определять спектральные классы точнее одного подкласса. Поэтому попытка построения диаграммы спектр—абсолютная величина по звездам, классифицированным в системах (D , λ_1) или (D , R_c), не может еще дать определенного ответа на вопрос об общем характере и особенностях распределения звезд О и В по спектральным подклассам и абсолютным величинам и тем более о реальной дисперсии звезд внутри отдельных последовательностей, если таковые существуют.

До настоящего времени, пожалуй, единственной работой по созданию количественной двумерной спектральной классификации звезд О и В остается фундаментальная работа Вильямса, выполненная еще в 1936 г. [15, 16], но до сих пор в некоторых отношениях еще не утратившая своего значения. В этой работе по специально разработанным критериям определены на основании измеренных эквивалентных ширины линий поглощения спектральные классы и абсолютные величины для 84 звезд О и В.

Количественному определению спектральных классов звезд О посвящено значительное число работ. В 1947 г. Петри [17] по измеренным интенсивностям избранных линий поглощения в спектрах 30 звезд О провел одномерную классификацию этих звезд — определение спектральных классов звезд с точностью до половины спектрального подкласса. Однако Петри не удалось установить критерии по второму параметру и произвести определение абсолютных величин звезд О. В 1953 г. Андерхилл [18] провела количественную классификацию по спектральным классам 39 звезд О по критериям, полученным ранее Петри [17], а в 1956 г. таким же способом классификацию уже 60 звезд О—В1 [19], однако пришла к заключению, что индивидуальные абсолютные величины О-звезд не могут быть определены по водородным линиям из-за незначительного различия абсолютных величин звезд О и слабой чувствительности водородных линий к эффекту давления. Отметим, что выводы Андерхилл по этому вопросу нельзя считать полностью обоснованными (см. например [20]). Определения абсолютных величин индивидуальных звезд О до сих пор не проводились. В то же время метод определения абсолютных величин звезд по измеренным интенсивностям водородных линий разработан применительно к В- и А-звездам и широко применяется Петри [21—23].

Таким образом, краткий обзор наиболее существенных современных работ по количественной классификации, одномерной или двумерной,

звезд ранних спектральных классов выявляет настоятельную необходимость дальнейшей детальной разработки этого важнейшего вопроса. Это тем более необходимо, что исключительную важность расширения и уточнения наших знаний о звездах ранних спектральных классов трудно переоценить ввиду той большой роли, которую играют звезды О и В в исследовании кинематики и структуры Галактики, в изучении распределения и физического состояния межзвездного вещества, а также в решении вопросов, связанных с разработкой проблемы происхождения и эволюции звезд.

В настоящей работе разрабатываются критерии и проводится двумерная количественная спектральная классификация по измеренным интенсивностям (эквивалентным ширинам) линий поглощения для звезд самых ранних спектральных классов, от О5 до В7 включительно. Найденные в результате этой классификации спектральные классы и абсолютные величины звезд О5—В7 используются для построения диаграммы спектр — абсолютная величина для этих звезд.

§ 2. НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ. «СТАНДАРТНАЯ» СИСТЕМА ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ШИРИН ЛИНИЙ ПОГЛОЩЕНИЯ

Наблюдательный материал, из которого мы исходили при разработке критериев двумерной количественной классификации горячих звезд, состоял из следующих данных.

В 1953—1956 гг. нами были произведены наблюдения 109 звезд О6—В7 на целевом спектрографе 1220-мм рефлектора с дисперсией 75 Å/мм. Для всех наиболее сильных линий поглощения были определены эквивалентные ширины. Подробности метода обработки, оценки ошибок определений и каталог эквивалентных ширины линий приведены в предыдущей нашей статье [24].

Для увеличения наблюдательного материала были привлечены результаты определения эквивалентных ширины линий поглощения в спектрах звезд О5—В7 по данным других авторов. Ссылки на использованную литературу приведены в статье [24]. В конечном итоге в нашем распоряжении оказались определения эквивалентных ширины линий поглощения для 238 звезд спектральных классов О5—В7.

Учитывая значительные систематические различия в определениях эквивалентных ширины по данным различных авторов, мы вынуждены были свести все ряды эквивалентных ширины к единой средней системе. Для этого были найдены зависимости между нашей системой и каждой из остальных систем, отдельно для линий водорода и линий прочих элементов. Затем была найдена «стандартная система» эквивалентных ширины, определяемая как средневзвешенное из всех отдельных рядов W_λ и выражаемая через нашу систему W_λ следующими соотношениями.

Для водородных линий: $W_H = -0,10 + 1,14 K_H$.

Для прочих линий, включая линии He I: $W_{пр} = -0,05 + 1,0 K_{пр}$.
 Подробности нахождения «стандартной системы» см. в [24].

Затем для каждого отдельного ряда W_λ была найдена связь его

со стандартной системой, опять-таки отдельно для линий водорода и прочих элементов. С помощью этих соотношений все ряды определений W_λ были сведены к единой стандартной системе. Далее определения W_λ различных авторов были усреднены с учетом весов, характеризующих примерную точность определений W_λ каждого ряда.

Следует оговориться, что «стандартная система» может оказаться не совпадающей с «истинной». В связи с этим необходимо, однако, иметь в виду, что в настоящее время систематические различия одного ряда W_λ от другого в зависимости от дисперсии, если они существуют, по-видимому, меньше систематических и случайных ошибок в определении W_λ , вызванных различным количеством рассеянного света в спектрографе при использовании решетки или призмы, различием в методах и точности проведения непрерывного спектра и контуров линий, в точности обработки и т. д. Об этом см. подробнее в [25].

Средняя, «стандартная система», образованная подобным образом, т. е. усреднением различных рядов эквивалентных ширин, полученных с дисперсиями одного порядка (25—75 Å/мм), будет в значительной степени освобождена от случайных и систематических ошибок отдельных рядов. Останется не исключенной лишь ошибка из-за величины дисперсии, если таковая существует («средняя» дисперсия полученной нами «стандартной системы» около 40 Å/мм).

Как показано в [24], спектрограммы с умеренной дисперсией (30—70 Å/мм) оказываются вполне пригодными для уверенных количественных определений интенсивностей линий поглощений. Поэтому нашу «стандартную систему» можно рассматривать в качестве стандартной системы эквивалентных ширин линий поглощения для спектрограмм, полученных с умеренной дисперсией.

Составленный таким способом каталог эквивалентных ширин линий поглощения для 238 звезд O5—B7 и явился для нас наблюдательной основой при разработке критериев и проведении двумерной спектральной количественной классификации звезд ранних спектральных классов.

§ 3. СТАНДАРТНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Выбор стандартных звезд с достаточно хорошо определенными спектральными классами не представлял особых затруднений.

В настоящее время нет достаточно хорошо разработанной системы количественной спектральной классификации звезд ранних спектральных классов. Поэтому мы остановились на наиболее совершенной и обширной системе качественной спектральной классификации — системе МК [2]. В пользу выбора в качестве стандартной именно этой системы говорили и два следующих важных обстоятельства.

а) Критерии, используемые для классификации звезд по спектральным классам и классам светимости в этой системе, основаны полностью на линиях поглощения — их виде и относительных интенсивностях, что отличает эту систему от системы (D , λ_1) [13].

б) Система МК достаточно надежно увязана с фотометрической системой U, B, V , что дает возможность непосредственно сопоставлять спектральные характеристики звезд в системе МК с цветовыми [2, 12, 26, 27].

Из 238 наших звезд, для которых имеются определения эквивалентных ширин ряда линий поглощения, для 220 имеются определения спектральных классов и классов светимости в системе МК, взятые из работ [2, 26—28].

Значительно более сложный вопрос — выбор стандартных звезд с достаточно точно известными абсолютными величинами. Причина этих трудностей заключается в основном в следующем.

Прямые определения абсолютных величин звезд O и B тригонометрическими методами невозможны из-за значительной удаленности этих звезд. Статистические методы определения абсолютных величин звезд O и B (из анализа лучевых скоростей или собственных движений) позволяют определять лишь среднюю абсолютную величину (средний параллакс) для данной группы звезд, причем с некоторой долей неопределенности из-за несовершенства наших знаний об особенностях пространственного движения горячих звезд и о распределении поглощающей материи (последнее необходимо для учета межзвездного поглощения света). Использование интенсивностей и смещений межзвездных линий также непригодно для определения индивидуальных абсолютных величин звезд. Данные об абсолютных величинах звезд, получаемые на основании наблюдений затменно- и одновременно спектрально-двойных звезд, также нельзя считать достаточно безупречными из-за неуверенности в шкале эффективных температур звезд (в особенности звезд O и ранних B) и ряда других причин. Поэтому мы сочли возможным использовать для определения индивидуальных абсолютных величин звезд O и B факт принадлежности значительного числа их к различного рода пространственным группировкам: O -ассоциациям, галактическим и движущимся скоплениям и т. д.

Абсолютные величины горячих звезд, входящих в движущиеся скопления (групповые параллаксы), могут быть определены обычным методом.

Мы исходим из того, что расстояния до группировок, содержащих горячие звезды, могут быть определены по средним абсолютным величинам звезд наиболее ранних спектральных классов, входящих в эти группировки, полагая, что средние абсолютные величины их могут быть определены статистическими методами [29].

Однако при рассмотрении галактических скоплений и O -ассоциаций нельзя игнорировать следующее важное обстоятельство. Согласно заключению Хилтиера, Джонсона и Нуклеса [9, 30, 31], диаграммы спектр — абсолютная величина для галактических скоплений и O -ассоциаций различного возраста должны иметь различный вид. Это должно выражаться не только в общеизвестном факте уклонения левой верхней части главной последовательности вправо вверх от нормального положения, но и в том, что в скоплениях различного возраста звезды главной последовательности данного спектрального класса могут иметь заметно различающиеся средние абсолютные величины. Величина этого расхождения меняется со спектральным классом и достигает наибольшего значения около $1^m.3$ в спек-

тральном интервале В9—А1. Более молодые звезды оказываются более слабыми. В спектральных интервалах О9—В1 и G5 — М различия в средних абсолютных величинах смеси звезд различных возрастов (калибровка Кинана и Моргана [29]) и звезд «нулевого» возраста [9] оказываются порядка ошибки определения средних абсолютных величин звезд главной последовательности данного спектрального класса.

Поэтому средние модули расстояния до галактических скоплений или О-ассоциаций можно определять по средним абсолютным величинам звезд главной последовательности (класс светимости V) в спектральном интервале О9—В1 и G5—М, а также по средним абсолютным величинам звезд ранних спектральных классов других классов светимости (см. об этом [9]). Мы можем затем для звезд главной последовательности спектральных классов В1 и позже и для всех остальных звезд данного скопления или ассоциации определить индивидуальные абсолютные величины (при соответствующем учете поглощения света).

Таким способом, в частности, определялись индивидуальные абсолютные величины звезд О в работе [20].

Для целей настоящей работы мы произвели уточнение хода последовательностей Ia—III для звезд, входящих в О-ассоциации, по диаграммам спектр — видимая величина для 10 ассоциаций [32]. Был рассмотрен также вопрос о нормальных показателях цвета горячих звезд различных светимостей в системах C_1 [26, 33] и U, B, V [2, 26]. Это было сделано в работе [34]. Некоторые выводы этой работы будут, возможно, несколько изменены в свете результатов работы о распределении горячих звезд вблизи галактической плоскости [35]. Основные же выводы работы [34] останутся, по существу, неизменными: а) в системы нормальных показателей цвета C_1 и $B-V$ следует ввести отрицательные поправки порядка $0^m,03-0^m,04$; б) нормальные показатели цвета звезд О5—О9 V одинаковы; в) сверхгиганты Ia и отчасти Ia b несколько краснее звезд главной последовательности соответствующего спектрального подкласса.

С помощью способа, описанного в [35], были определены индивидуальные абсолютные величины значительного числа О- и В-звезд, для которых имеются определения эквивалентных ширин линий поглощения (для 140 из 238). Для шести звезд, входящих в Плеяды, абсолютные величины были определены совмещением главной последовательности для звезд более поздних, чем F5, в Плеядах [36] с главной последовательностью Гиад [31]. Для 19 звезд, входящих, согласно Блаау [37], в поток Кассиопея — Телец, абсолютные величины были взяты из этой работы с небольшой поправкой, — $0^m,2$, вызванной уточнением системы нормальных показателей цвета согласно [34]. В результате мы имели в нашем распоряжении индивидуальные абсолютные величины для 165 звезд О5—В7.

Эти данные явились исходной системой стандартов абсолютных величин звезд для проведения количественной спектральной классификации горячих звезд по второму параметру.

Исходные данные для 238 звезд, для которых имеются определения эквивалентных ширин линий поглощения, приведены в левой половине табл. 4. Обозначения столбцов следующие: 1. Текущий номер.

2. Номер HD (в порядке возрастания в пределах каждого спектрального подкласса). 3. Название звезды. 4. Видимая визуальная величина звезды из HD или в системе V. 5. Спектральный класс и класс светимости звезды в системе МК.

Исходные абсолютные величины для 165 звезд приводятся в столбце 6. В столбце 7 указывается название группировки, к которой отнесена данная звезда. Названия группировок приняты согласно [35]. В столбце 8 приведена величина Q (см. о ней § 6). Остальные столбцы объясняются ниже. Звездочка возле номера звезды указывает на наличие примечания в конце таблицы.

§ 4. КЛАССИФИКАЦИЯ ПО СПЕКТРАЛЬНЫМ КЛАССАМ

Наиболее важный момент в разработке системы классификации — выбор достаточно надежных критериев.

Для классификации звезд по спектральным классам решено было использовать только отношения эквивалентных ширины специально подобранных линий, одна из которых ослабевает с уменьшением температуры а другая усиливается. Основные преимущества использования таких отношений очевидны.

Во-первых, такое отношение изменяется со спектральным классом значительно сильнее, чем интенсивность каждой из этих линий. Это существенно повышает точность классификации.

Во-вторых, влияние систематических ошибок определения W_λ отдельных линий на точность определения спектральных классов значительно уменьшается.

В-третьих, влияние эффекта светимости в интенсивностях отдельных линий на определение спектральных классов сводится к минимуму.

Выбор линий поглощения для использования в качестве критериев спектрального класса производился следующим образом. Из всех наиболее сильных линий каждого элемента (около 40 линий) в звездах O5—B7 (список линий см. в [24]) для целей классификации были выбраны только те линии, которые показывают достаточно определенно изменение интенсивности со спектральным классом.

Подавляющее большинство линий показало отчетливый эффект светимости — зависимость интенсивности линии от класса светимости для данного спектрального класса.

Из линий каждого элемента была образована затем одна или несколько независимых комбинаций. Подбирались линии, показывающие сходное изменение интенсивности со спектральным классом. Образование таких комбинаций уменьшает влияние случайных ошибок в определении W_λ отдельных линий на точность определения спектральных классов.

Список намеченных комбинаций приводится в табл. 1. Обозначения столбцов очевидны и не требуют пояснений.

Затем для звезд различных классов светимости были построены графики изменения величины W_λ для каждой комбинации в зависимости от спектральных классов. За основные приняты следующие

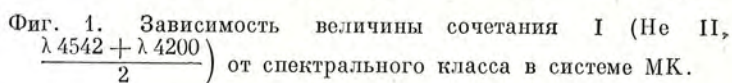
Таблица 1

№	Элемент	Длины волн	Примечания
I	He II	0,5 (λ 4542 + λ 4200)	Линия λ 4200 — бленда с линией N III.
II	O III	λ 3962	
III	N III	λ 4379 + λ 4097	λ 4097 — бленда со слабой линией λ 4097,3 O II.
IV	Si IV	λ 4116 + λ 4089	λ 4089 — бленда с несколькими линиями O II.
V	C III + O II	λ 4649	Бленда нескольких линий C III и O II.
VI	C III + O II	(λ 4068—72) + 2 (λ 4185—89)	Обе компоненты — бленды линий C III и O II.
VII	Si III	λ 4575 + λ 4568 + λ 4552	λ 4552 блендируется с линией N II.
VIII	N II	λ 3995 + λ 4631	λ 4631 блендируется со слабой линией Si IV.
IX	N II, O II	λ 3954—56	
X	O II	(λ 4415—17) + (λ 4317—20)	λ 4317—20 включает в себя λ 4317,4 C II.
XI	O II	2 λ 4641	Бленда O II и слабых линий N II и N III.
XII	O II	λ 4676 + λ 4662	
XIII	Si II	λ 4128 + λ 4131	
XIV	C II	λ 4267 + λ 3920	λ 3920 — бленда линий C II, O II, N II.
XV	Mg II	λ 4481	
XVI	He I	λ 4471	
XVII	»	λ 4026	Бленда с He II в интервале O5—B1.
XVIII	»	λ 3820	
XIX	»	λ 4388	
XX	»	λ 4144 + λ 4009	λ 4009 — бленда со слабой линией C II.
XXI	»	λ 4713 + λ 4121	λ 4121 — бленда с λ 4119,2 O II и λ 4121 O II.
XXII	»	λ 4438 + λ 4169	λ 4169 — бленда с O II.
XXIII	»	λ 3965	

классы светимости: Ia, Ib, III, IV и V. Немногочисленные звезды классов светимости IaB и II относились к Ia или Ib и к Ib или III соответственно, в зависимости от их абсолютной величины (столбец 6 табл. 4). Число таких звезд менее 10.

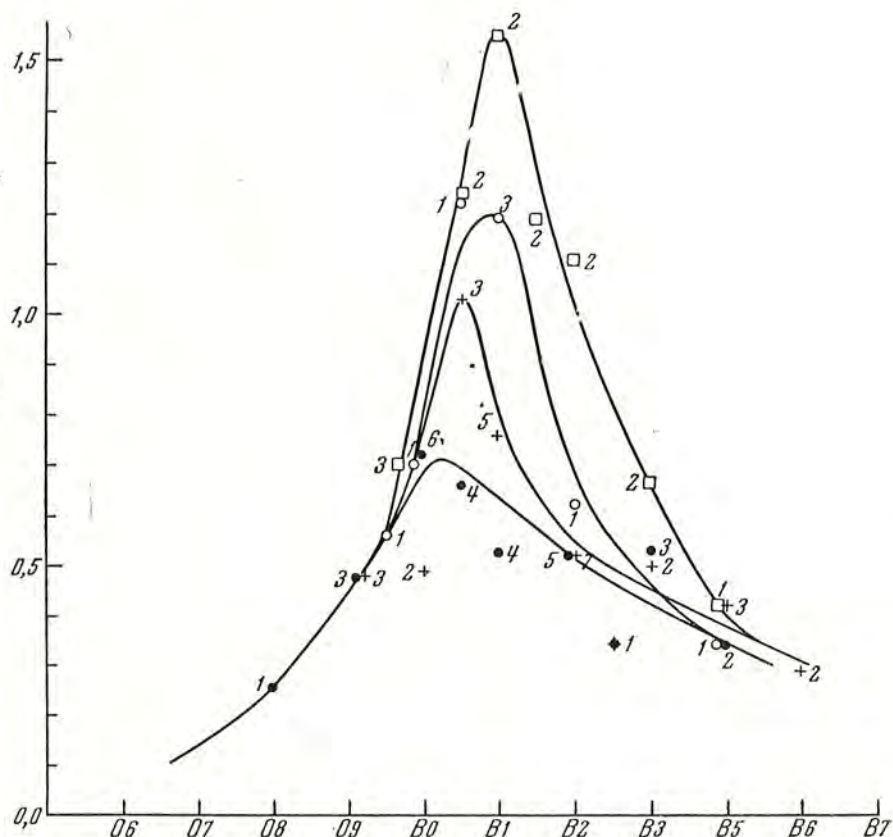
Затем на графиках зависимости величины W_λ для каждой комбинации от спектрального класса для звезд каждого класса светимости по нормальным точкам (средним интенсивностям комбинации для данного спектрального класса) проводилась плавная кривая изменения величины данной комбинации со спектральным классом. На фиг. 1—3 для иллюстрации сказанного приведены графики изменения сочетаний I [He II, 0,5 (λ 4542 + λ 4200)], V [C III + O II, λ 4649] и XI [O II, 2 λ 4641] со спектром в системе МК.

В качестве критериев для определения спектральных классов подбирались такие отношения комбинаций из табл. 1, которые показывали бы достаточно крутую зависимость от спектра для возможно более широкого



Фиг. 2. То же, что и на фиг. 1, для сочетания V (C III+O II, λ 4649).
Квадраты — Ia, Of; кружки — Ib; крестики — III; крестики с точкой — IV;
точки — V.

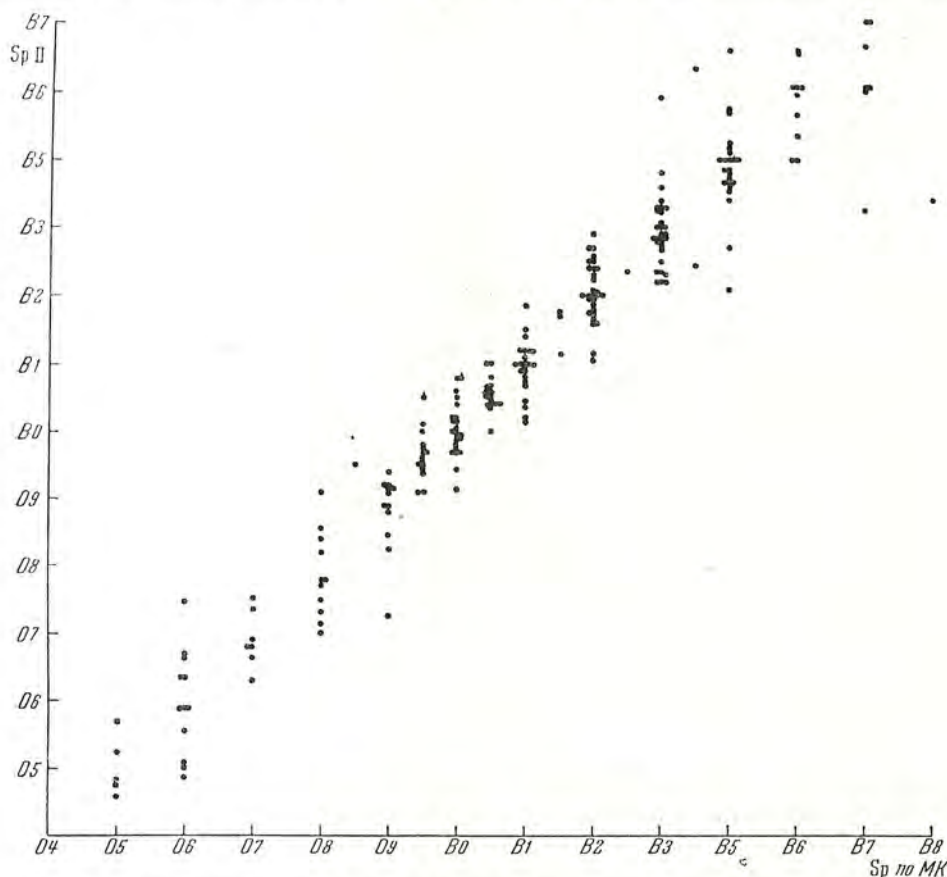
интервала спектральных классов. Список использованных классификационных отношений и пределы применимости каждого критерия приведены в табл. 2. Знак «+» означает уверенную применимость данного критерия, знак «+:» — ненадежность. Число критериев зависит от спектрального класса. Наибольшее число критериев, свыше 20, в спектральном интервале O9—B1.



Фиг. 3. То же, что и на фиг. 1, для сочетания XI (O II, 2λ 4641).
Квадраты — Ia, OI; кружки — Ib; крестики — III; крестики с точкой — IV; точки — V.

В соответствии с этими критериями была проведена классификация звезд по спектральным классам в первом приближении. В зависимости от спектрального интервала, к которому относится звезда, и от числа линий с известными W_λ количество использованных критериев для различных звезд заметно различается — от одного-двух до двадцати пяти критериев. Следует указать еще, что точность определения спектральных классов по различным критериям несколько различается, причем надежность каждого данного критерия меняется в пределах интервала его применения, уменьшаясь к границам. Это обусловлено тем, что к краям интервала применимости критерия величина W_λ для одной из комбинаций, входящей в данный критерий, становится малой и поэтому определяется с меньшей точностью.

Спектральные классы, найденные в результате первого приближения, приведены в столбце 9 табл. 4. Спектральные классы первого приближения мы использовали затем для уточнения классов светимости звезд. Для этого была построена диаграмма изменения полусуммы W_λ линий водорода $\frac{H_\gamma + H_\delta}{2}$ в зависимости от спектрального класса первого приближения для звезд, относящихся к различным классам светимости. На этой



Фиг. 4. Сопоставление спектральных классов второго приближения (ордината) со спектральными классами в системе МК (абсцисса).

диаграмме влияние неточности в спектральном классе на оценку класса светимости, который может быть определен по водородным линиям, сводится практически к нулю. На основании этой диаграммы, показывающей довольно хорошее разделение звезд на классы светимости в зависимости от интенсивности водородных линий, были уточнены классы светимости примерно для 10% звезд.

После этого было проведено определение спектральных классов звезд во втором приближении. Последовательность операций при этом такая же, как и в случае первого приближения.

На фиг. 4 и 5 представлены графики сопоставления спектральных классов второго приближения (ордината) со спектральными классами в исходной системе МК и первого приближения (абсцисса) соответственно.

Таблица 2

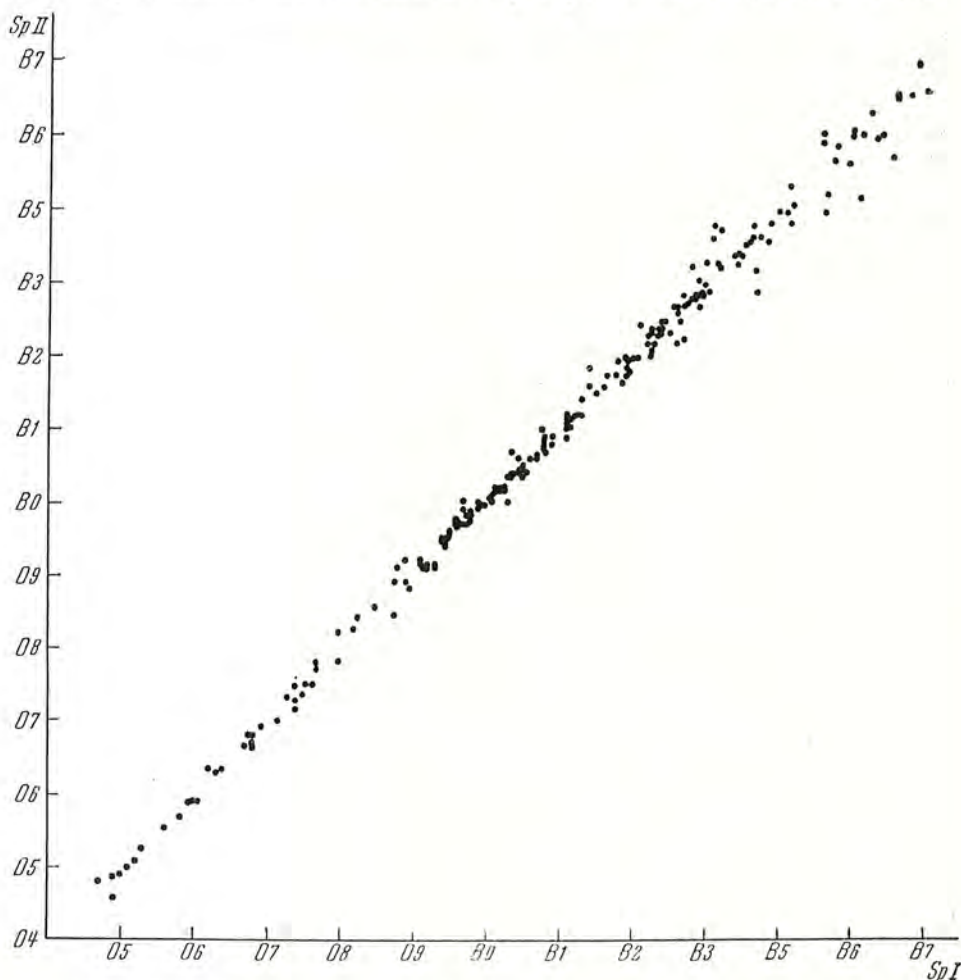
№ критерия	Отношение W_λ комбинаций из табл. 1	O5	O6	O7	O8	O9	B0	B1	B2	B3	B5	B6	B7	B8	Примечания
1	XVI/I	+	+	+	+	+	+	+							
2	XVIII/I	+	+	+	+	+	+	+							
3	XIX/I	+	+	+	+	+	+	+							
4	XX/I	+	+	+	+	+	+	+							
5	XVI/XIX	+	+		+	+	+	+	+						
6	III/I	+	+	+	+	+									
7	IV/I	+	+	+	+	+									
7a	V/I	+	+	+	+	+	+								
8	VII/I	+	+	+	+	+	+	+							
10	II/I		+	+	+	+									
16	VII/III					+	+	+	+						
18	VII/IV						+	+	+	+					
19a	X/II						+	+	+						
19b	XI/II					+	+	+							
21	XII/II						+	+	+						
22a	X/IV						+	+	+						
22b	XI/IV						+	+	+						
24	VIII/IV							+	+	+					
32	VII/V					+	+	+	+						
32a	XVIII/V						+	+	+	+					
33	XIV/V						+	+	+	+					
33a	(XIV)/V						+	+	+	+					C II, λ 4267
35	VIII/V					+	+	+	+	+					
38	XV/V						+	+	+	+	+				
41a	XIV/X						+	+	+	+	+				
41b	(XIV)/X						+	+	+	+	+				C II, λ 4267
41b	(XIV)/XI						+	+	+	+	+	+			C II, λ 4267
48	XIII/XXI							+	+	+	+	+	+		
51b	XV/XI					+	+	+	+	+					
53	XV/XXI						+	+	+	+	+	+	+		
56	XIII/XIV						+	+	+	+	+	+	+	+	
57	XV/XIV								+	+	+	+	+		
59	XIII/XVIII									+	+	+	+		
60	XV/XVI							+	+	+	+	+	+	+	

Из сопоставления фиг. 4 и 5 видно, что уже в случае первого приближения, по-видимому, достигнута точность классификации, допускаемая точностью определения W_λ отдельных линий, образующих классификационные комбинации, так как согласие спектральных классов первого и второго приближения оказывается очень хорошим. Уже в результате первого приближения мы существенно уменьшили ошибки в определении спектральных классов по сравнению с системой МК, основанной на глазомерных оценках интенсивностей линий.

Для каждой данной звезды различия отдельных определений спектрального класса по различным критериям в случае первого и второго приближения оказываются практически одинаковыми. Это означает,

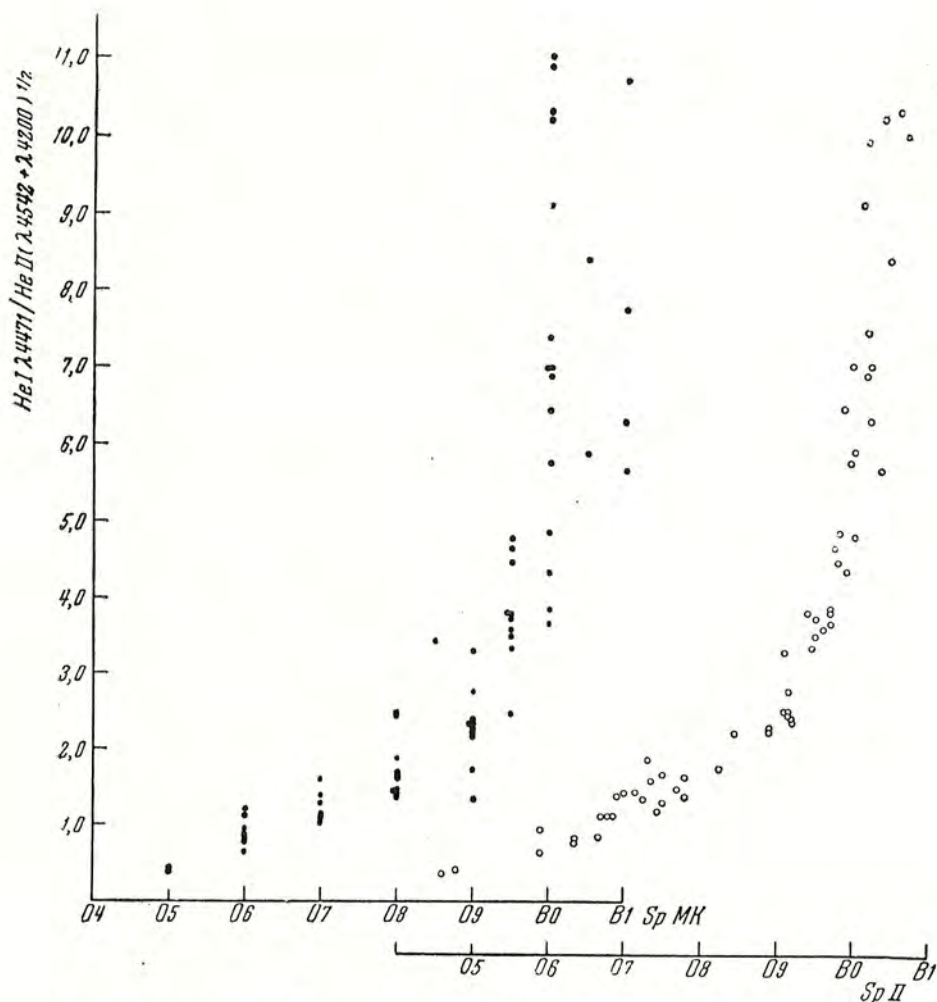
что дальнейшие приближения излишни, так как упомянутые различия обусловлены уже в основном случайными ошибками в определении.

На фиг. 6 и 7 приведены величины двух классификационных отношений, критериев 1 и 60, в зависимости от спектрального класса в системе МК (нулевое приближение) и спектрального класса второго приближения. Графики построены только по звездам, спектральные классы которых определялись по нескольким критериям. Сопоставление левых и

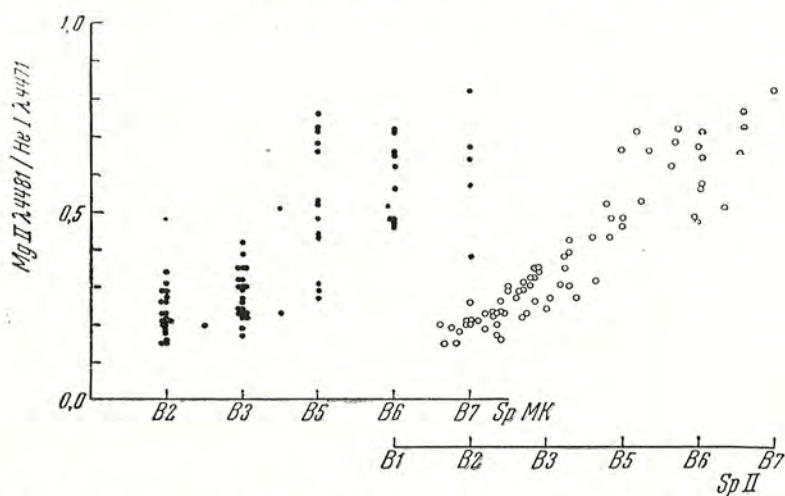


Фиг. 5. Сопоставление спектральных классов второго приближения (ордината) со спектральными классами первого приближения (абсцисса).

правых половин на каждом рисунке указывает на то, что в результате классификации, проведенной нами, ошибки в определении спектральных классов значительно уменьшились. Это подтверждается и оценкой величин средних вероятных ошибок определения спектральных классов во втором приближении. Мы вычислили средние вероятные ошибки в определении спектральных классов для звезд в трех интервалах спектральных классов. При рассмотрении фиг. 4 и 5 видно, что ошибка определения спектрального класса (выраженная в разбросе отдельных определений



Фиг. 6. Зависимость отношения $[\text{He I}, \lambda 4471]/[\text{He II}, 0.5 (\lambda 4542 + \lambda 4200)]$ от спектрального класса в системе МК (слева) и спектрального класса во втором приближении (справа).



Фиг. 7. То же, что и на фиг. 6, для отношения $\text{Mg II } \lambda 4481 / \text{He I } \lambda 4471$.

спектральных классов для данной звезды около среднего) зависит от спектрального интервала. Средние вероятные ошибки для спектральных интервалов O5—B0 и B0—B3 равны соответственно $\pm 0,17$ подкласса (51 звезда) и $\pm 0,14$ (85 звезд). Для спектрального интервала B5—B7 ошибка примерно вдвое больше и равна $\pm 0,28$ (42 звезды). Увеличение ошибки обусловлено уменьшением числа критериев в последнем интервале и, кроме того, тем, что при переходе от интервала B0—B5 к интервалу B5—B7 происходит изменение наклона температурной шкалы — в интервале B5—B7 относительное увеличение температуры на один спектральный подкласс примерно в два раза меньше, чем в интервале B0—B3.

§ 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНЫХ ВЕЛИЧИН ЗВЕЗД

При выборе критериев для определения абсолютных величин звезд мы встретили затруднения следующего порядка.

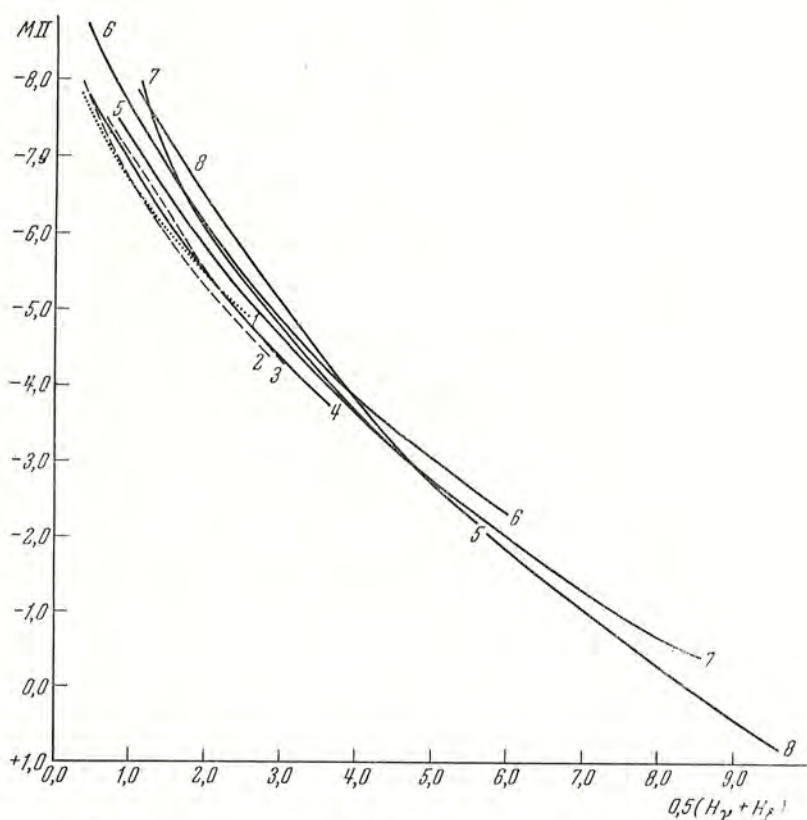
Линии водорода и гелия показывают отрицательный эффект светимости и плавно изменяются со спектральным классом в изучаемом интервале спектральных классов. Большинство же остальных линий показывает сильно выраженный положительный эффект светимости, однако зависимость W_λ линий от спектрального класса (температуры) также очень сильна. При выборе критериев по абсолютной величине для повышения точности желательно брать отношения линий, показывающих отрицательный и положительный эффекты светимости. Однако характер изменения с температурой линий водорода и гелия, с одной стороны, и линий прочих элементов — с другой, слишком различен. Поэтому не представлялось возможным подобрать сколько-нибудь удовлетворительно отношения интенсивностей линий водорода или гелия к линиям прочих элементов таким образом, чтобы эти отношения мало менялись со спектральным классом.

После целого ряда проб мы остановились на следующих принципах выбора критериев для определения абсолютных величин звезд.

а) Водородные линии были использованы для определения абсолютных величин звезд непосредственно. Весь исследуемый интервал спектральных классов от O5 до B7 был разбит на восемь отдельных участков. В пределах каждого участка строилась единая зависимость определенных комбинаций водородных линий от исходных абсолютных величин звезд, приведенных в табл. 4 (столбец 6). Были выбраны следующие четыре комбинации водородных линий: H_β , $0,5 (H_\gamma + H_\delta)$, $H_7 + H_8$, $H_9 + H_{10} + H_{11}$. Участки с общими редуцированными кривыми указаны в столбце 4 табл. 3. Брать комбинации из более высоких членов серии Бальмера не имело смысла по двум причинам. Начинаясь для высоких номеров линий наложение крыльев в звездах низких светимостей значительно уменьшает находимые эквивалентные ширины, поэтому различия в интенсивностях линий водорода для звезд высоких и низких светимостей очень быстро уменьшаются с ростом номера линии. Уже по интенсивностям линий H_{12} — H_{13} трудно разде-

лить звезды классов светимости III и V. Кроме того, для значительного большинства исследуемых звезд не имеется определений W_λ линий серии Бальмера с высокими номерами.

Таким образом, по водородным линиям мы имели возможность провести для каждой звезды не более четырех отдельных определений абсолютной величины.



Фиг. 8. Зависимость сочетания $0,5 (H_\gamma + H_\delta)$ от абсолютной величины для различных интервалов спектральных классов.

1 — 04,5 — 06,5; 2 — 06,5 — 08,5; 3 — 08,5 — 09,5; 4 — 09,5 — 10,0; 5 — 10,0 — 11,0;
6 — 11,0 — 12,1; 7 — 12,1 — 13,25; 8 — 13,25 — 17,0.

На фиг. 8 приведены средние зависимости W_λ для сочетания $0,5 (H_\gamma + H_\delta)$ от абсолютной величины звезды для различных участков исследуемого интервала спектральных классов.

б) Мы сочли целесообразным вообще не использовать линии нейтрального гелия для определения абсолютных величин звезд по следующим соображениям. Практически все линии гелия не показывают заметного эффекта светимости в спектральных интервалах O5—O9 и B3—B7. В интервале же спектральных классов O9—B3 особенности изменения линий гелия со спектральным классом и классом светимости настолько сложны и своеобразны, что заслуживают специального детального изучения с использованием спектральных классов и светимостей, определенных по критериям, не зависящим от линий гелия.

в) В случае линий остальных элементов с явно выраженным положительным эффектом светимости мы вынуждены были также использовать в качестве критериев по светимости абсолютные значения интенсивностей специальным образом подобранных сочетаний линий.

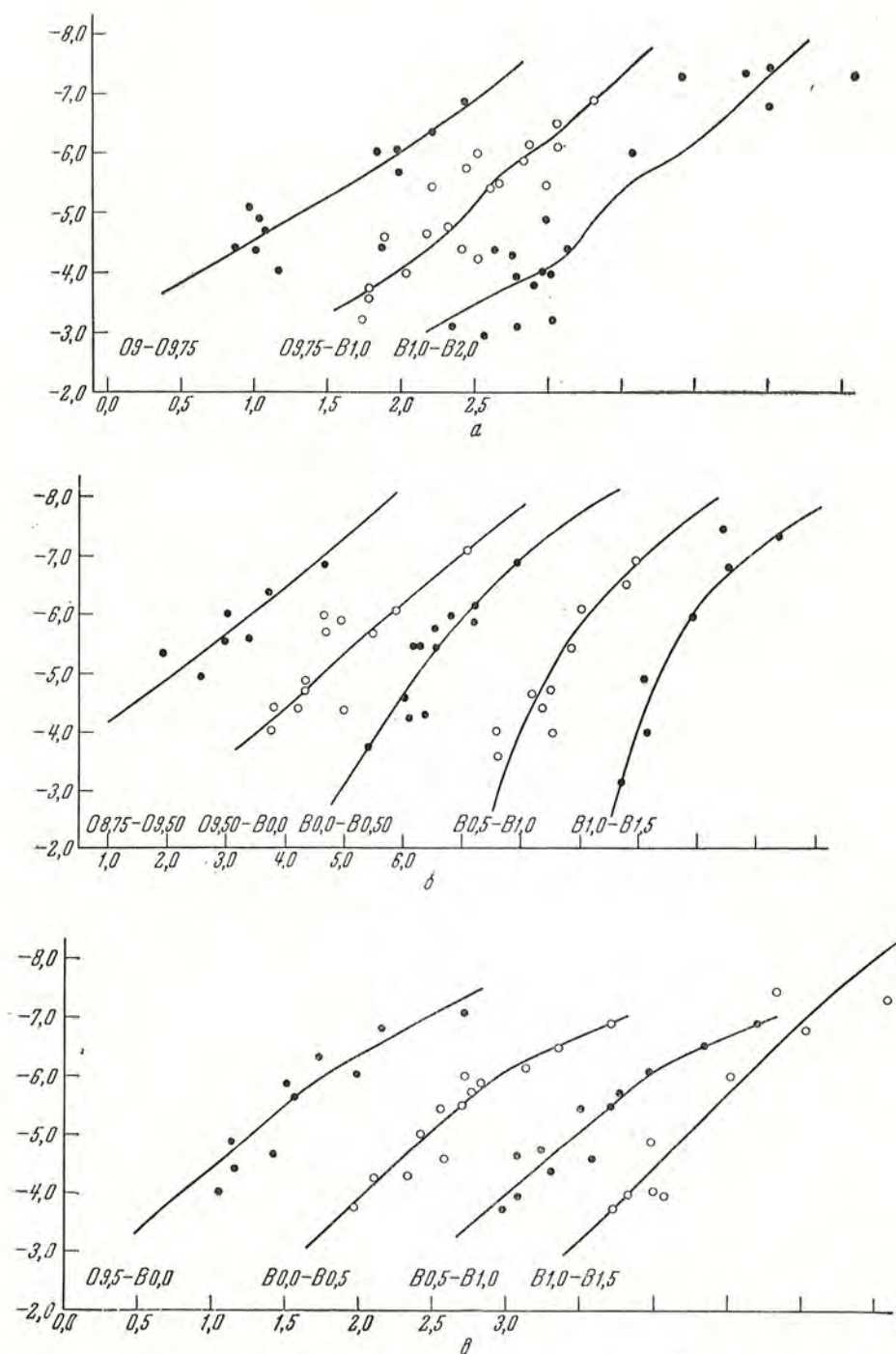
Сочетания линий, показывающих зависимость интенсивности от абсолютной величины звезды, подбирались так, чтобы они по возможности меньше зависели от спектрального класса. Удалось подобрать несколько таких сочетаний, которые довольно слабо менялись со спектральным классом звезды на протяжении до трех спектральных подклассов. Однако вследствие различного характера изменения интенсивностей линий со спектральным классом для звезд различных классов светимости эти сочетания нельзя было полностью освободить от влияния спектрального класса. Поэтому пришлось брать еще более узкие участки спектральных классов, для которых можно строить и использовать единые зависимости величин избранных сочетаний линий от абсолютных величин стандартных звезд.

Принятые сочетания с указанием пределов их применимости и дробности участков с едиными редуцированными кривыми приводятся в табл. 3. Как видно из таблицы, эти критерии применимы с небольшими колебаниями лишь в спектральном интервале O8,8—B2,0. Для звезд спектральных классов более ранних, чем O8,8, и более поздних, чем B2,0, абсолютные величины звезд определялись только по линиям водорода.

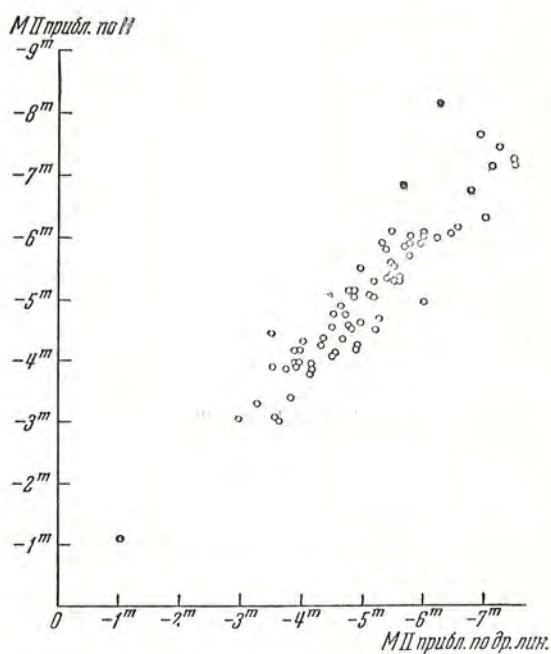
На фиг. 9 приведены для примера редуцированные кривые для определения абсолютных величин звезд по критериям А, Д и И из табл. 3.

Таблица 3

Обозначения	Сочетания линий из табл. 1	Пределы образования сочетаний	Разделение на интервалы с единой редуцированной кривой
А	1,5(III) + (IV) + (VII) (III) + (IV) + 1,5(VII)	O8,75—O9,75 O9,75—B1,50	O8,75—O9,00—O9,50—B0,00—B0,50— —B1,00—B1,50
Б	1,5(III) + 0,5(VII) (III) + 0,75(VII)	O8,75—O9,75 O9,75—B1,50	O8,75—O9,00—O9,50—B0,00—B0,50— —B1,00—B1,50
В	1,5(IV) + 0,5(VII) (IV) + 0,75(VII)	O9,25—B0,25 B0,25—B1,50	O9,25—O9,75—B0,25—B0,75—B1,50
Г	(III) + 1,5 (VIII)	O9,0 —B2,0	O9,00—O9,75—B1,00—B2,00
Д	(IV) + 2(VIII)	O9,5 —B2,0	O9,00—O9,75—B1,00—B2,00
Е	1,5(III) + (X)	O8,75—B1,50	O8,75—O9,25—B0,25—B1,00—B1,50
Ж	1,5(III) + (XI)	O8,75—B1,50	O8,75—O9,25—B0,25—B1,00—B1,50
З	(IV) + (X)	O9,5 —B1,5	O9,50—B0,00—B0,50—B1,00—B1,50
И	(IV) + (XI)	O9,5 —B1,5	O9,50—B0,00—B0,50—B1,00—B1,50
К	(V) + (VII)	O9,5 —B1,5	O9,50—B0,00—B0,50—B1,00—B1,50
Л	(V) + 2,5(VIII)	O9,5 —B2,0	O9,50—B0,00—B1,00—B1,50—B2,00
М	H_{β}	O4,6 —B7,0	
Н	0,5(H_{γ} + H_{δ})	O4,6 —B7,0	O4,6—O6,5—O8,5—O9,5—B0,00—B1,0— —B2,1—B3,25—B7,0
О	H_{γ} + H_{δ}	O4,6 —B7,0	
П	H_{β} + H_{γ} + H_{δ}	O4,6 —B7,0	

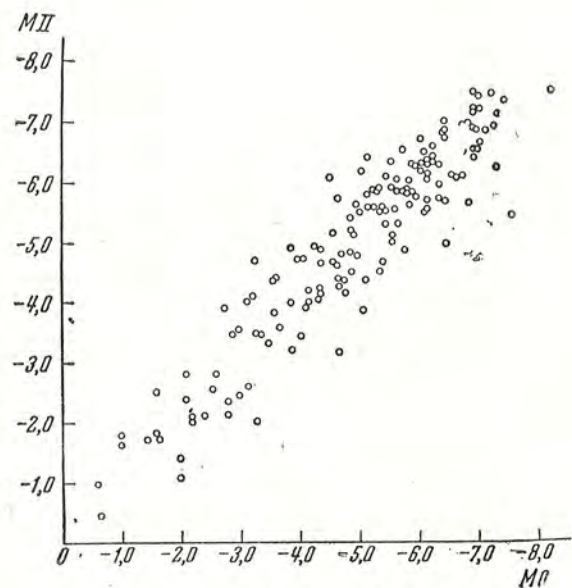


Фиг. 9. Зависимость величины сочетаний А (а), Д (б) и И (е) из табл. 3 от абсолютной величины для различных спектральных интервалов.

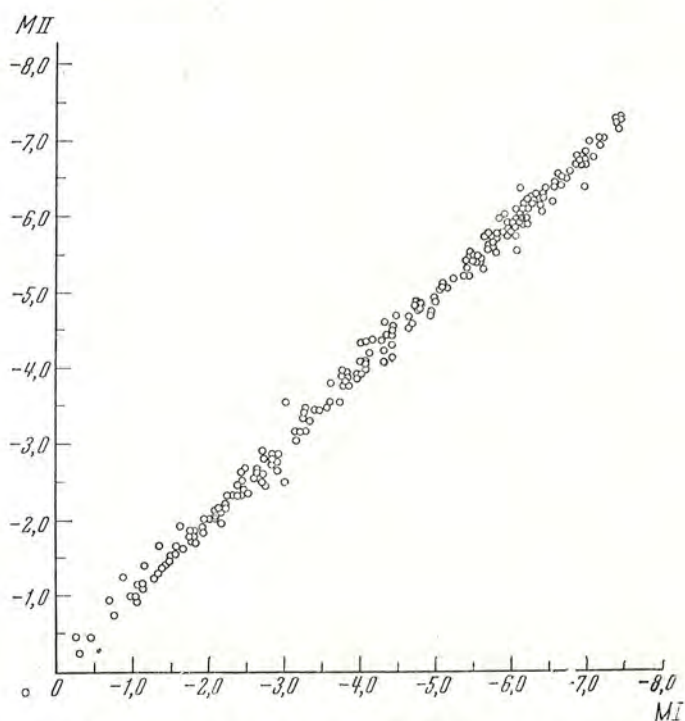


Фиг. 10. Сопоставление абсолютных величин, найденных по линиям водорода и линиям прочих элементов, во втором приближении.

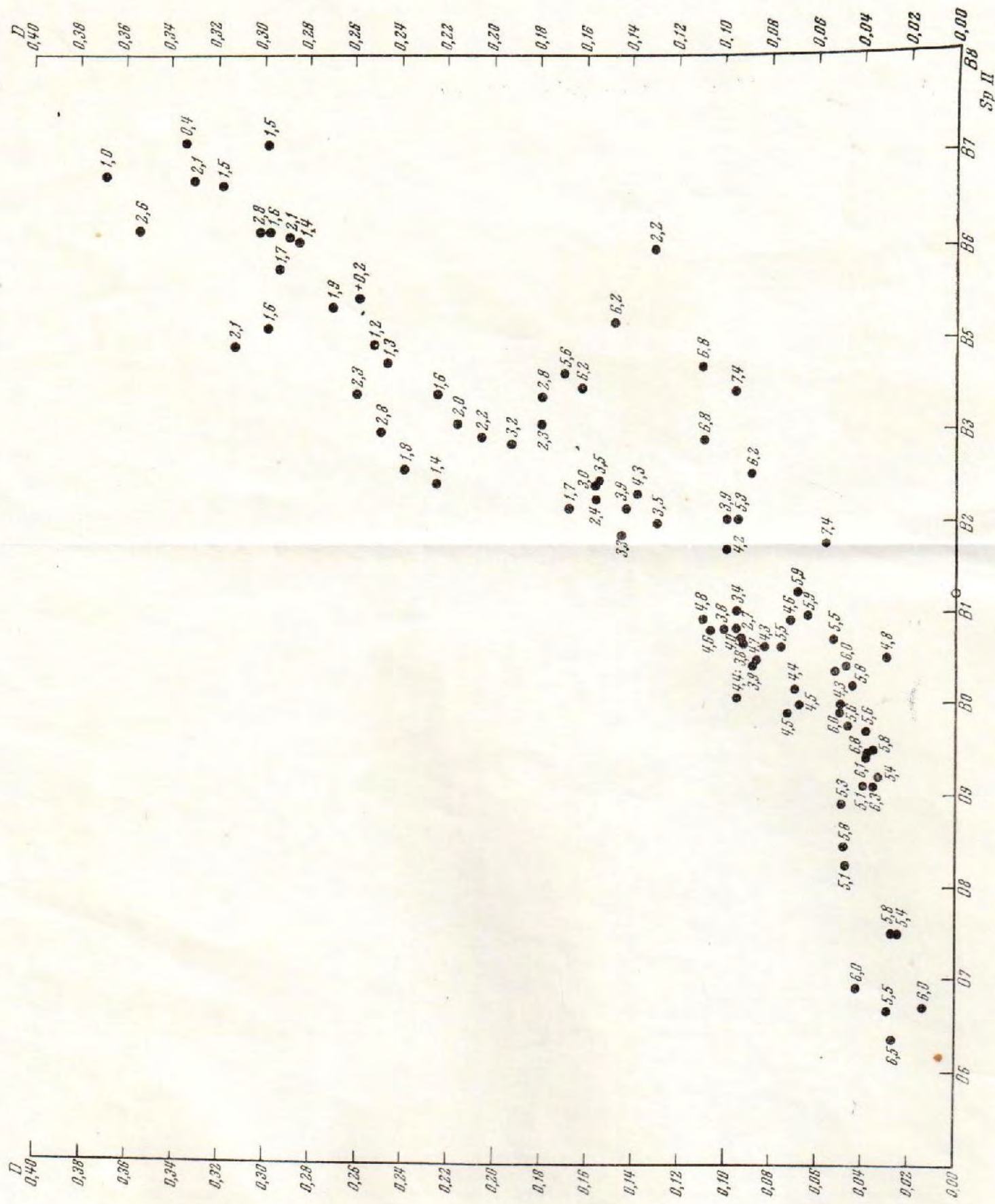
Черные кружки — звезды α Cas и P Cyg.



Фиг. 11. Сравнение исходных M_{II} из столбца 6 табл. 4 (нулевое приближение) и M_{II} второго приближения.



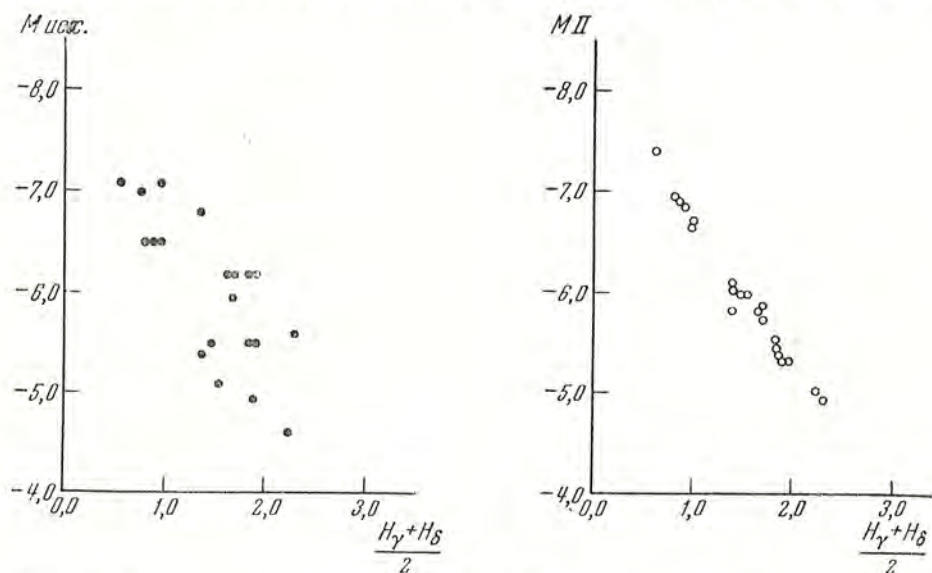
Фиг. 12. Сравнение M первого и второго приближения



Определение абсолютных величин звезд проводилось последовательными приближениями. Отдельные определения абсолютных величин M звезд, найденные по средним зависимостям избранных сочетаний линий от исходных абсолютных величин, усреднялись. При усреднении определениям M по водородным линиям придавался двойной вес по сравнению с определениями M по линиям прочих элементов.

Абсолютные величины первого приближения использовались затем для построения редукционных кривых второго приближения.

На фиг. 10 приведено сопоставление абсолютных величин второго приближения, найденных по линиям водорода (сочетания М—П из табл. 3)

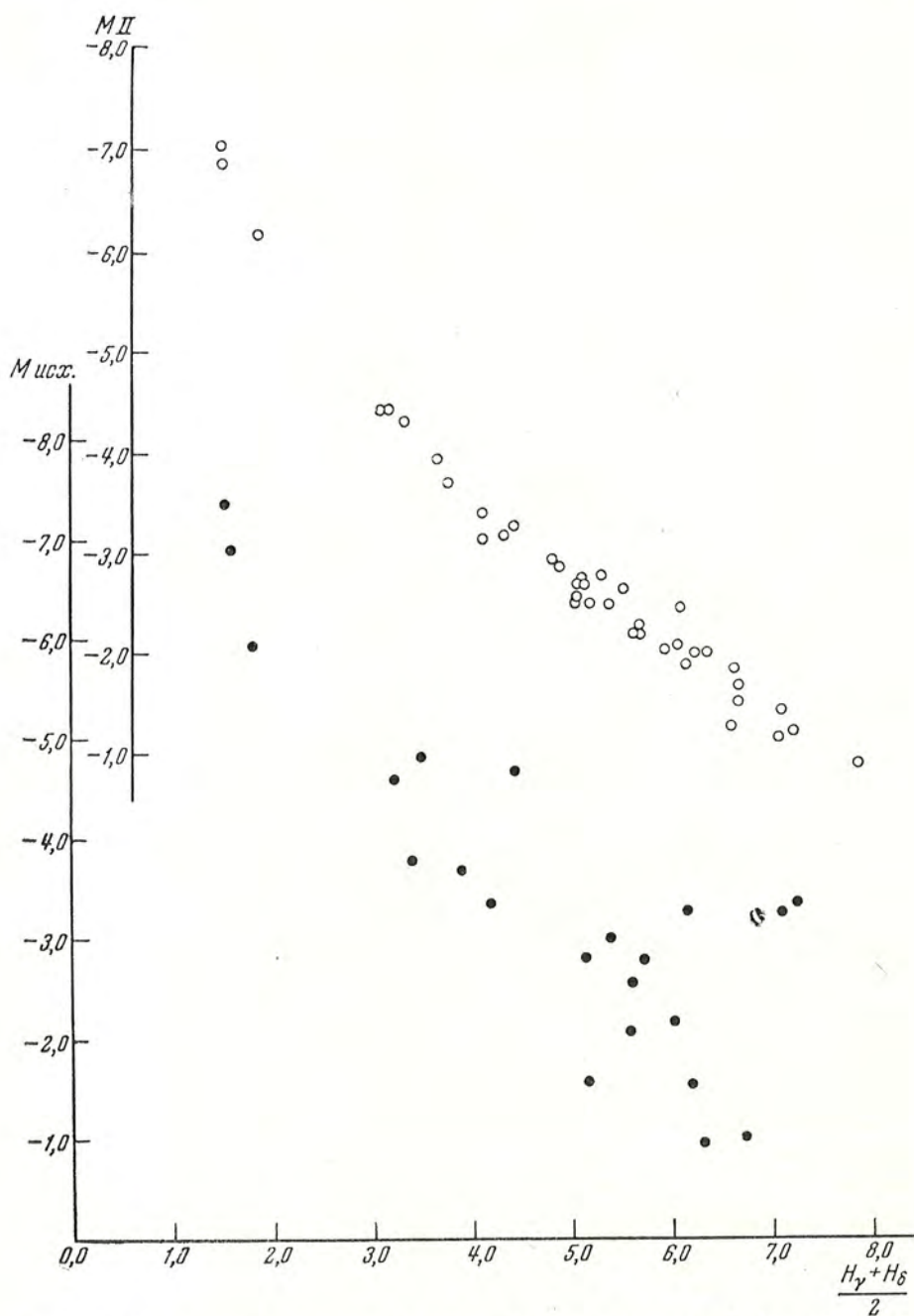


Фиг. 13. Зависимость сочетания 0,5 ($H_\gamma + H_\delta$) от исходных M из столбца 6 табл. 4 (слева) и M второго приближения (справа) для спектрального интервала O6,5—O8,5.

и линиям прочих элементов (сочетания А—Л из табл. 3). Уклонения от однозначной зависимости не превышают $\pm 0^m,5$, за исключением нескольких звезд. Все звезды, показывающие большие уклонения от средней линии на фиг. 10, являются пекулярными: звездами Ве, звездами с характеристиками типа Р Лебеда и т. д.

На фиг. 11 и 12 приведено сравнение средних абсолютных величин второго приближения (ордината) с исходными абсолютными величинами (абсцисса) и абсолютными величинами первого приближения (абсцисса) соответственно. Абсолютные величины во втором приближении незначительно отличаются от таковых первого приближения. Как и в случае спектральных классов (фиг. 4 и 5), это свидетельствует о том, что случайные ошибки в исходных абсолютных величинах индивидуальных звезд сведены на нет уже в результате первого приближения.

На фиг. 13 и 14 приведены зависимости сочетания 0,5 ($H_\gamma + H_\delta$) от исходных абсолютных величин и абсолютных величин второго приближения для спектральных интервалов O6,5—O8,5 и В 2,10—В 3,25. Значительное уточнение абсолютных величин очевидно.

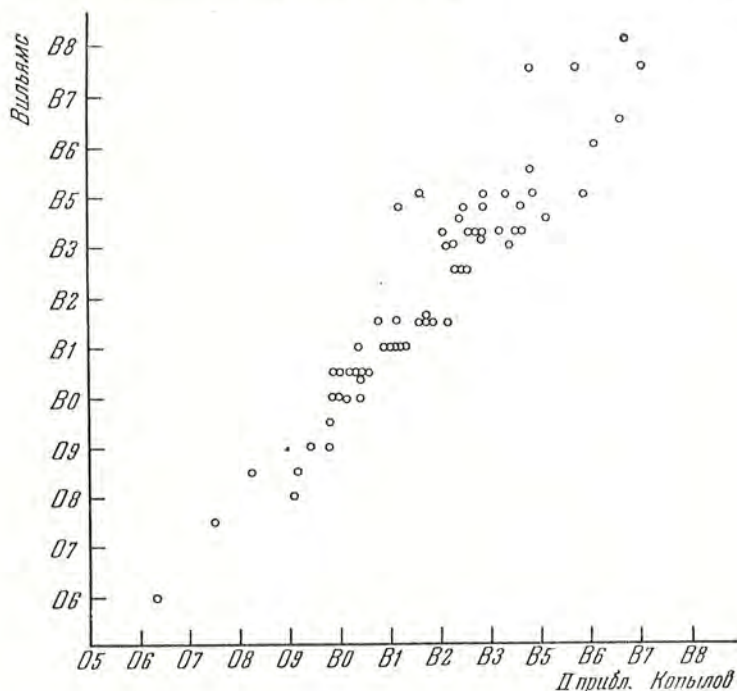


Фиг. 14. Зависимость сочетания $0,5 (H_\gamma + H_\delta)$ от исходных M (внизу) и M второго приближения (вверху) для спектрального интервала B2,10—B3,25.

§ 6. СРАВНЕНИЕ С ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ СПЕКТРАЛЬНЫХ КЛАССОВ И АБСОЛЮТНЫХ ВЕЛИЧИН

Полученная нами система спектральных классов и абсолютных величин (второе приближение), табл. 4, столбцы 10 и 21, была сравнена с системами других авторов, основанными на количественных определениях.

Мы сравнили выведенные нами спектральные классы с результатами Вильямса [16]. Сравнение приведено на фиг. 15. Согласно определений



Фиг. 15. Сопоставление определений спектральных классов во втором приближении и определений спектральных классов по Вильямсу.

вполне удовлетворительное. Две значительно уклоняющиеся влево звезды в спектральном интервале В1—В2 — звезды Ве. Обращает на себя внимание увеличение разброса для звезд спектральных классов более поздних, чем В5.

В работе [2] предложен метод определения спектральных классов звезд классов светимости III—V по комбинации показателей цвета — величине Q , определяемой в виде

$$Q = (U - B) - \frac{E_{(U-B)}}{E_{(B-V)}} (B - V).$$

Коэффициент перед $(B - V)$ — отношение избытков цвета $E_{(U-B)}$ и $E_{(B-V)}$ — определяется по двухцветной диаграмме как наклон линий нарастающего поглощения по отношению к оси $(B - V)$.

№ п/п	HD	Название звезды	m_v	Sp (MK)	M_v	Группировка	Q	Sp I
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	14947	9 Sgr	^m 8,01	O6 f	^m -7,5	Cas V, B	^m -0,97	O5,1
2	15570		8,11	O5 f	-7,2	Cas V, A	-1,01	O5,8
3	15629		8,42	O5	-6,1	Cas V, A	-0,96	O4,9
4	46223		7,26	O5 f	-6,3	Mon I, B	-0,94	O5,3
5 *	164794		5,97	O5 f	-6,5	Sgr II, B	-0,93	O3,7
6	190429		6,64	O5 f	-7,0	Cyg I, D		O4,9
7	192281		7,55	O5 f	-6,3	Cyg V, B	-0,93	O4,7
8	5005		7,76	O6	—	—	-0,90	O5,0
9	14434		8,49	O6	-6,15	Cas V, B	-0,91	O6,0
10	15558		7,81	O6	-7,0	Cas V, A	-1,00	O5,2
11 *	37022	θ Ori C	5,14	O6 p	-6,2	Ori I	-1,02	O6,8
12	46150		6,74	O6 f	-6,7	Mon I, B	-0,93	O6,0
13 *	48099		6,37	O6 f	-6,4	Mon I, B	-0,89	
14	54662	λ Cep	6,21	O6	-5,8	CMa I	-0,90	O6,0
15	190864		7,76	O6 f	≤ -5,8	Cyg I, D	-0,94	O6,4
16 *	199579		5,96	O6 (f)	-6,2	Cyg VII, D	-0,89	O7,4
17 *	206267		5,62	O6	-6,2	Cep I, D	-0,91	O6,8
18	210839		5,04	O6 f	-7,05	Cep I, D	-0,95	O6,2
19	215835		8,58	O6 n	-6,45	Cep III, D	-0,92	O5,6
20	IC 1805		9,5	O7	-5,1	Cas V, A		O6,7
21	17505		7,06	O7	-6,2	Cas VI, A	-0,97	O6,8
22	24912		4,02	O7 f	-5,5	Per II	-0,94	O6,95
23	34656		6,79	O7 f	-7,1	Aur I'	-0,92	O6,8
24	47839	S Mon	4,65	O7 f	-5,5	Mon II	-0,86	O7,65
25 *	57060	29 CMa	4,90	O7 f	-7,1	NGC 2362:		O7,5
26 *	193514		7,40	O7 f	-6,7	Cyg III, C	-0,88	O6,3
27	108	39λ Ori A	7,40	O8 fp	-6,5	Cas I, A	-0,94	O7,3
28	17520		8,27	O8 V	-4,9	Cas VI, A	-0,94	O8,0
29	36861		3,39	O8 f	-5,5	Ori I	-0,88	O7,7
30	46056		8,17	O8	-5,4	Mon I, B	-0,90	O8,5
31 *	46149		7,58	O8	-5,6	Mon I, B	-0,93	O8,25
32	47129		6,06	O8 f	-7,0	Mon I, B	-0,92	O7,15
33	167971		7,50	O8 f	-6,8	Ser-Sct II, A	-0,98	O7,7
34	188001		6,22	O8 f	-6,5	Vul I	-0,93	O8,0
35	192639		7,11	O8 f	-6,5	Cyg II, C	-0,92	O7,4
36	193322		5,84	O8	-6,5	Cyg V, B	-0,86	O8,8
37	203064	68 Cyg	5,06	O8 f	-5,95	Cyg VI, C		O7,55
38 *	1337	AO Cas	5,9	O9 III	-5,8	Cas I, A:	-1,03	O9,3
39	IC 1805	№ 5	8,8	O8,5	-6,0	Cas V, A		O9,4
40 *	37043	44 ι Ori	2,77	O9 III	-5,7	Ori I	-0,89	O8,75
41	41161		6,51	O9 n				O7,4
42	46202	30 τ CMa	8,17	O9 V	-4,9	Mon I, B	-0,89	O8,95
43 *	57061		4,39	O9 III	-7,6	NGC 2362	-0,88	O8,9
44 *	57682		6,44	O9 V	-5,4	CMa I	-0,89	O8,9
45	93521		6,89	O9 Vp				O9,2
46	207198		5,96	O9 II	-5,8	Cep I, C	-0,89	O8,75
47	209481		5,56	O9 V	-5,05	Cep I, C	-0,92	O9,1
48	210809		7,54	O9 Ib	-6,2	Cep II, B	-0,93	O9,1
49	214680		4,88	O9 V	-4,6	Lac B	-0,89	O8,2
50	218915	10 Lac	7,20	O9 I	-7,35	Cep III, D	-0,92	O9,35

Sp II	σ_{Sp}	n	SpQ	M I	M II _H	n	σ_{M_H}	M II _{np}	n	$\sigma_{M_{np}}$	$\overline{M}_{II}$	$\sigma_{\overline{M}}$
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
O5,0		1		$^m -7,35$	$^m -7,22$	2	$^m \pm 0,02$				$^m -7,22$	
O5,7		1		-6,85	-6,75	2	$\pm 0,15$				-6,75	
O4,85		1		-6,20	-6,22	2	$\pm 0,00$				-6,22	
O5,25		1		-6,35	-6,35	2	$\pm 0,03$				-6,35	
O3,7		1										
O4,6	$\pm 0,3$	3		-7,15	-7,11	4	$\pm 0,06$				-7,11	
O4,8	$\pm 0,05$	2		-6,50	-6,51	4	$\pm 0,10$				-6,51	
O4,90		1		-6,15	-6,25	2	$\pm 0,29$				-6,25	
O5,90		1		-6,40	-6,42	2	$\pm 0,06$				-6,42	
O5,10		1		-6,35	-6,30	2	$\pm 0,19$				-6,30	
O6,70	$\pm 0,34$	4		-5,85	-6,05	2	$\pm 0,29$				-6,05	
O5,90	$\pm 0,17$	3		-6,05	-5,97	4	$\pm 0,05$				-5,97	
O5,90	$\pm 0,26$	3		-5,70	-5,77	2	$\pm 0,06$				-5,77	
O6,35	$\pm 0,23$	5		-6,60	-6,46	4	$\pm 0,07$				-6,46	
O7,45	$\pm 0,29$	5		-5,55	-5,47	3	$\pm 0,02$				-5,47	
O6,65	$\pm 0,34$	5		-5,35	-5,46	3	$\pm 0,06$				-5,46	
O6,35	$\pm 0,21$	5		-6,50	-6,46	4	$\pm 0,11$				-6,46	
O5,55		1		-6,55	-6,65	2	$\pm 0,27$				-6,65	
O6,65		1		-6,00	-6,13	2	$\pm 0,25$				-6,13	
O6,80	$\pm 0,2$	2		-5,90	-5,97	2	$\pm 0,42$				-5,97	
O6,90	$\pm 0,22$	9		-6,00	-6,00	4	$\pm 0,04$				-6,02	
O6,80	$\pm 0,17$	7		-6,65	-6,54	4	$\pm 0,09$				-6,54	
O7,50	$\pm 0,20$	8		-5,45	-5,44	4	$\pm 0,05$				-5,44	
O7,35	$\pm 0,33$	5		-7,40								
O6,30	$\pm 0,37$	2										
O7,30	$\pm 0,36$	5		-6,90	-6,92	4	$\pm 0,08$				-6,92	
O8,20		1		-5,35	-5,35	2	$\pm 0,08$				-5,35	
O7,70	$\pm 0,25$	10		-5,40	-5,30	4		$^m -5,18$	4		-5,26	$^m \pm 0,12$
O8,55		1		-5,85	-5,83	2	$\pm 0,26$				-5,83	
O8,40		1		-4,95	-4,94	2	$\pm 0,01$				-4,94	
O7,00	$\pm 0,22$	4		-6,95	-7,04	2	$\pm 0,06$				-7,04	
O7,80	$\pm 0,59$	5		-6,05	-6,40	2	$\pm 0,45$				-6,40	
O7,80	$\pm 0,08$	6		-6,85	-6,76	4	$\pm 0,03$				-6,78	
O7,15	$\pm 0,18$	6		-6,70	-6,65	4	$\pm 0,06$				-6,65	
O9,10	$\pm 0,20$	12		-4,95	-4,71	3		-5,24	4		-4,91	$\pm 0,14$
O7,50	$\pm 0,36$	5		-5,75	-5,82	4	$\pm 0,10$				-5,82	
O9,15	$\pm 0,12$	2		-4,75	-4,82	1					-4,82	
O9,50		1		-5,70	-5,69	2	$\pm 0,03$				-5,69	
O8,90	$\pm 0,24$	7		-5,35	-5,50	4		-4,94	6		-5,25	$\pm 0,11$
O7,25	$\pm 0,07$	4		-6,05	-6,08	1					-6,08	
O8,80		1		-5,05	-5,16	2	$\pm 0,34$				-5,16	
O9,20	$\pm 0,27$	9		-5,60	-5,90	1		-6,00	3		-6,00	$\pm 0,07$
O8,90	$\pm 0,05$	2										
O9,10	$\pm 0,14$	5		-5,20	-5,21	4	$\pm 0,14$				-5,21	
O8,45	$\pm 0,20$	9		-6,0	-5,84	3		-5,68	4		-5,77	$\pm 0,12$
O9,20	$\pm 0,11$	10		-5,55	-5,42	4		-5,45	8		-5,43	$\pm 0,09$
O9,15	$\pm 0,05$	6		-6,20	-6,30	4	$\pm 0,14$				-6,30	
O8,25	$\pm 0,14$	8		-5,05	-5,08	4		-5,11	8		-5,10	$\pm 0,07$
O9,40		1		-6,10	-6,15	2	$\pm 0,03$				-6,15	

№ п/п	HD	Название звезды	m_p	Sp (MK)	M_p	Группировка	Q	Sp I
1	2	3	4	5	6	7	8	9
51 *	24534	X Per	^m 6,07	Ope var	^m -3,8	Per II	^m -1,06	—
52	30614	9 α Cam	4,4	O9,5 Ia	-6,5	Cam I		O9,45
53 *	34078	AE Aur	5,81	O9,5 V	-4,6:	Ori I:		O9,5
54 *	35921		6,81	O9,5 III	-5,4	Aur I	-0,94	O9,5
55	36486	34 δ Ori	2,19	O9,5 II	-6,4	Ori I	-0,91	O9,8
56 *	37041	43 θ ² Ori A	5,19	O9,5 Vp	-4,7	Ori I	-0,83	O9,5
57 *	37468	48 σ Ori	3,73	O9,5 V	-5,2	Ori I	-0,88	O9,7
58 *	37742	50 ξ Ori	1,79	O9,5 Ib	-6,9	Ori I	-0,92	O9,6
59	47432		6,13	O9,5 II	-6,5	Mon I, A		B0,1
60	149757	ξ Oph	2,56	O9,5 V	-4,95	Sco II	-0,87	O9,3
61	188209		5,61	O9,5 III	-6,1	Cyg I—V, B	-0,92	O9,45
62	190429	S	7,8	O9,5 Ibp	-6,2	Cyg I, D		O9,15
63	190918		7,0	O9,5I + WR	-6,8	Cyg I, D		O9,5
64	195592		7,08	O9,5 Ia	-7,1	Cyg V, B	-0,95	O9,8
65	209975	19 Cep	5,10	O9,5 Ib	-5,6	Cep I, C	-0,91	O9,8
66	NGC 7380	№ 4	10,3	O9,5	-4,4	Cas I, B		O9,65
67 *	5394	γ Cas	2,3	B0 IV: pe	-4,9	Cas—Tau		B0,5
68 *	10516	φ Per	4,13	B2 Ve	-2,8	Cas—Tau		
69	13745		7,88	B0 III	-5,6	Per I	-0,92	O9,2
70	13831		8,26	B0 IIIp	-5,2	Per I	-0,86	O9,4
71	15642		8,54	B0 IV:	-4,55	Per I	-0,91	O9,7
72	28446	1 Cam ap.	5,86	B0 III	-5,6	Cam I		B0,1
73	28446	1 Cam cl.	6,9	B0 V	-4,6	Cam I		B0,3
74	36512	υ Ori	4,63	B0 V	-4,72	Ori I	-0,87	B0,00
75	36822	37 φ' Ori	4,53	B0 IV	-4,7	Ori I'		B0,6
76 *	37023	θ' Ori D	6,70	B1	-4,7	Ori I	-0,73	B0,2
77	37128	46 ε Ori	1,70	B0 Ia	-6,8	Ori I	-0,89	O9,9
78 *	48434		5,91	B0 III	-4,9	Mon II	-0,87	B0,15
79	55879		5,99	B0 IV	-5,3	CMa I		B0,20
80 *	143275	δ Sco	2,54	B0 V	-4,4	Sco II		B0,05
81	149438	23 τ Sco	2,9	B0 V	-3,65	Sco II		B0,15
82 *	167264	15 Sgr	5,38	B0 Ia	-7,2	Sgr III, C	-0,92	B0,00
83	180968	2 Vul	5,40	B0 III	-4,9	Двойн.		O9,7
84	ADS 13312	C	9,7	B0				B0,4
85 *	191201		7,30	B0 III	-5,5	Cyg I, C		O9,8
86 *	198846	Y Cyg	7,55	B0 IV	-4,1	Cyg IV, C		O9,8
87	202214		5,63	B0 V	-5,0	Cep I, C	-0,86	O9,6
88	204172	69 Cyg	5,80	B0 Ib	-5,85	Cyg IV, D		B0,25
89	207538		7,31	B0 V	-4,00	Cep I, B	-0,91	O9,6
90	209339		6,48	B0 IV	-4,3	Cep I, C		O9,75
91	212571	π Aqr	4,64	B0 Vpe				B1,1
92	227634		7,91	B0 Ib	-5,7	Cyg I, D	-0,86	B0,8
93 *	22951	40 Per	4,97	B0,5 V	-4,15	Per II	-0,84	B0,45
94 *	24760	ε Per	2,88	B0,5 IV	-3,3	Cas—Tau	-0,85	B0,45
95 *	36862	λ Ori f	5,6	B0,5 V	-3,6	Ori I'		O9,9
96	38771	53 ζ Ori	2,04	B0,5 Ia	-6,6	Ori I	-0,92	B0,35
97	46106		7,93	B1 V	-5,4	Mon I, B	-0,88	B0,20
98 *	144217	β' Sco	2,63	B0,5 V	-4,05	Sco II	-0,82	B0,75
99	184915	ζ Aql	4,96	B0,5 III	-5,3	Sct I, A	-0,86	B0,45
100	192422		7,09	B0,5 Ib	-6,3	Cyg II, C	-0,89	B0,55

Таблица 4 (продолжение)

Sp II	σ_{Sp}	n	SpQ	M I	M II _{II}	n	$\sigma_{M II}$	M II _{II}	n	$\sigma_{M II}$	$\bar{M II}$	$\sigma_{\bar{M}}$
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
—	—	—	—	$\bar{m}$	$\bar{m}$	—	—	$\bar{m}$	—	—	$\bar{m}$	$\bar{m}$
O9,45	$\pm 0,01$	12		—6,85	—6,77	4		—6,74	11		—6,75	$\pm 0,06$
O9,50	$\pm 0,23$	2		—	—							
O9,55		1		—5,90	—5,85	2	$\pm 0,08$				—5,85	
O9,75	$\pm 0,10$	8		—5,70	—5,82	4		—5,37	5		—5,65	$\pm 0,11$
O9,60	$\pm 0,12$	2		—5,65	—5,67	2	$\pm 0,27$				—5,67	
B0,00	$\pm 0,20$	9		—4,40	—4,56	4		—4,50	11		—4,52	$\pm 0,10$
O9,70	$\pm 0,12$	14		—6,00	—5,92	4		—5,31	9		—5,58	$\pm 0,13$
B0,10		1		—6,60	—6,58	2	$\pm 0,17$				—6,58	
O9,10	$\pm 0,11$	6		—5,10	—5,07	4		—5,17	2		—5,08	$\pm 0,18$
O9,40	$\pm 0,07$	7		—6,35	—6,02	4		—6,20	10		—6,10	$\pm 0,07$
O9,10		1		—6,10	—6,23	2	$\pm 0,18$				—6,23	
B0,50		1		—6,8	—6,85	2	$\pm 0,15$				—6,85	
O9,80	$\pm 0,04$	11		—7,10	—7,14	3		—7,09	8		—7,10	$\pm 0,05$
O9,50	$\pm 0,23$	10		—5,90	—6,12	4		—5,45	5		—5,85	$\pm 0,15$
O9,70		1		—4,65	—4,60	2	$\pm 0,10$				—4,60	
B0,50	$\pm 0,07$	5						—4,78	2	$\pm 0,04$	—4,78	
O9,15		1		—6,20	—6,27	2	$\pm 0,12$				—6,27	
O9,45		1		—6,25	—6,33	2	$\pm 0,12$				—6,33	
O9,70		1		—5,80	—6,02	2	$\pm 0,63$				—6,02	
B0,00	$\pm 0,13$	5		—5,00	—5,14	4		—4,75	2		—5,06	$\pm 0,12$
B0,00	$\pm 0,14$	11		—4,30	—4,25	3		—4,91	8		—4,63	$\pm 0,19$
O9,95	$\pm 0,11$	4	B0,0	—3,75	—3,97	2	$\pm 0,15$				—3,97	
B0,60	$\pm 0,09$	5		—4,00	—4,08	1		—4,50	3		—4,34	$\pm 0,19$
B0,20	$\pm 0,06$	3	B1,7	—	—							
O9,90	$\pm 0,07$	16		—6,05	—6,03	4		—5,98	11		—6,00	$\pm 0,10$
B0,15	$\pm 0,06$	3	B0,0									
B0,20		1		—5,65	—5,80	2	$\pm 0,27$				—5,80	
B0,05		1										
B0,15	$\pm 0,06$	14		—4,25	—4,17	3		—4,52	4		—4,37	$\pm 0,12$
O9,95	$\pm 0,08$	3										
O9,90	$\pm 0,30$	5		—4,40	—4,34	3		—4,65	4		—4,46	$\pm 0,19$
B0,40		1		—3,80	—3,83	2	$\pm 0,03$				—3,83	
O9,8	$\pm 0,06$	13		—5,70	—4,97	4	$\pm 0,22$	—5,99	11	$\pm 0,11$		
O9,85	$\pm 0,15$	2		—4,60	—4,70	1					—4,70	
O9,70	$\pm 0,12$	16	B0,1	—4,90	—4,74	4		—4,70	7		—4,72	$\pm 0,10$
B0,20	$\pm 0,08$	17		—5,90	—5,90	4		—5,74	11		—5,80	$\pm 0,09$
O9,75	$\pm 0,34$	7		—4,45	—4,57	2		—4,74	10		—4,70	$\pm 0,13$
O9,70	$\pm 0,13$	15		—4,70	—5,05	3		—4,84	11		—4,90	$\pm 0,08$
B0,8	$\pm 0,17$	5		—2,9:	—			—2,75	2	$\pm 0,15$	—2,75	
B0,8		1	B0,1	—5,90	—5,97	2	$\pm 0,13$				—5,97	
B0,40	$\pm 0,10$	16	B0,3	—3,75	—3,97	4		—3,87	11		—3,90	$\pm 0,07$
B0,45	$\pm 0,10$	9	B0,2	—4,60	—4,53	4		—4,81	11		—4,70	$\pm 0,17$
B0,0	$\pm 0,13$	13		—4,05	—4,37	3		—4,36	9		—4,35	$\pm 0,07$
B0,40	$\pm 0,04$	18		—6,15	—6,09	4		—6,00	11		—6,03	$\pm 0,07$
B0,15		1	O9,7:	—4,35	—4,45	2	$\pm 0,10$				—4,45	
B1,00	$\pm 0,25$	2	B0,6	—3,25	—			—3,42	5	$\pm 0,08$	—3,42	
B0,60	$\pm 0,15$	5	B0,1	—5,50	—5,38	3		—5,60	10		—5,52	$\pm 0,13$
B0,40	$\pm 0,10$	10	B1,1	—6,50	—6,08	4		—6,43	9		—6,25	$\pm 0,08$

№ п/п	HD	Название звезды	m_e	Sp (MK)	M_e	Группировка	Q	Sp I
1	2	3	4	5	6	7	8	9
101 *	193007		^m 8,2	B0,5 II	^m -5,7	Cyg II, C		B0,8
102	194839		7,49	B0,5 Ia	-7,0	Cyg V, B	^m -0,89	B0,5
103 *	224151		6,00	B0,5 II	-5,65	Cas III, A	-0,90	B0,35
104 *	+35°3956		8,85	B0,5 V	-4,4	Cyg I, C	-0,77	
105 *	IC 4996	№ 20	9,2	B0,5	-4,4	Cyg II, C		
106 *	IC 4996	№ 37	9,7	B0,5	-3,9	Cyg II, C		
107	NGC 6910	№ 5	9,9	B0,5	-5,0	Cyg V, C		B0,8
108	149881		6,6	B0,5 III	-5,4	Sct I, B		B0,7
109 *	2905	× Cas	4,15	B1 Ia			-0,92	B0,3
110	13854		6,49	B1 Iab	-7,25	Per I	-0,87	B1,25
111	21856		5,91	B1 V	-3,15	Per II	-0,81	B1,6
112 *	23180	ο Per	3,83	B1 III	-4,65	Per II	-0,80	B0,9
113 *	24398	44 ζ Per	2,85	B1 Ib	-6,4	Per II	-0,87	B1,25
114	40111	139 Tau	4,81	B1 Ib	-5,2	Gem—Aur	-0,90	B0,45
115 *	44743	2 β CMa	2,0	B1 II—III			-0,79	B0,8
116 *	35411	28 η Ori	3,33	B0,5 V	-5,1	Ori I	-0,78	B0,7
117	91316	44 ρ Leo	3,85	B1 Ib			-0,84	B0,8
118 *	116658	67 α Vir	0,96	B1 V			-0,75	B0,8
119	169454		6,61	B1 Ia ⁺	-8,3	Ser—Sct I, B	-1,00	B1,1
120 *	190919		7,30	B1 Ib	-5,9	Cyg I, C		
121 *	+35°3955		7,6	B1 Ib	-5,9	Cyg I, D		
122 *	193237	P Cyg	4,83	B1p	-8,4	Cyg II, C	-0,92	B1,25
123	200120	59 f' Cyg	4,86	B1: IVe	-3,9	Cyg VII, A		B1,1
124	205139		5,52	B1 II	-5,45	Cep I, C		B0,35
125	208218		6,76	B1 III	-4,75	Cep I, C		B1,3
126	208392		7,10	B1 IV	-4,35	Cep I, C		B1,1
127 *	NGC 7380	№ 3	10,1	B1				
128 *	218376	1 Cas	4,84	B1 III	-5,43	Cep III, B	-0,84	B0,9
129 *	224572	σ Cas	4,93	B1 V				B1,1
130 *	227586		9,0	B1	-4,8:	Cyg I, D		
131	24131		5,73	B1 V	-3,6	Per II	-0,80	B0,8
132 *	104337	31 Crv	5,28	B1,5 V				
133 *	190603		5,65	B1,5 Ia ⁺	-7,7	Vul II	-0,90	B1,1
134	194279		7,01	B1,5 Ia	-7,1	Cyg V, B	-0,91	B1,9
135 *	886	88 γ Peg	2,83	B2,5 IV			-0,68	B2,5
136	3360	17 ζ Cas	3,72	B2 V	-3,4	Cas—Tau		B2,35
137	3901	ξ Cas	4,85	B2 V	-3,3	Cas—Tau		B2,4
138	4180	22 ο Cas	4,76	B2 Ve	-2,9	Cas—Tau		B1,4
139 *	16582	82 δ Cet	4,04	B2 IV	-3,3	Cas—Tau	-0,69	B1,8
140	24640		5,50	B2 V	-3,5	Per II	-0,72	B1,95
141 *	29248	48 ν Eri	4,12	B2 III	-4,4:	Ori I:	-0,72	B1,9
142 *	30836	3 π ⁴ Ori	3,69	B2 III	-4,7	Ori I	-0,67	B1,65
143 *	31237	8 π ⁵ Ori	3,70	B2 III	-4,8	Ori I	-0,69	B2,7
144	35468	24 γ Ori	1,64	B2 III			-0,69	B2,25
145 *	37202	ζ Tau	3,00	B2 IVp	-3,6	Cas—Tau		B2,95
146 *	39698	57 Ori	5,89	B2 V	-2,1	Cas—Tau		B2,2
147	41117	γ ² Ori	4,63	B2 Ia	-7,3	Gem I, B	-0,92	B1,75
148	52089	21 ε CMa	1,63	B2 II—III				B2,05
149	147933	5 ρ Oph A	5,22	B2 V	-2,9	Sco II		B1,15
150 *	148184	χ ¹ Oph	4,85	B2 IVp	-3,0	Sco II		B1,15

Т а б л и ц а 4 (продолжение)

Sp II	σ_{Sp}	n	SpQ	M I	M II II	n	$\sigma_{M II}$	M II пр	n	$\sigma_{M пр}$	$\overline{M II}$	$\sigma_{\overline{M}}$
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
B0,8		1		^m —5,60	^m —5,77	2					^m —5,77	^m ±0,50
B0,35	±0,11	11	O9,5:	—6,90	—6,19	2		^m —6,55	9		—6,45	±0,11
B0,40	±0,07	11		—5,45	—5,61	3		^m —5,45	8		—5,50	±0,09
B1			B1,2	—4,70	—4,85	2	±0,20				—4,85	
B0,5				—4,10	—4,20	2	±0,40				—4,20	
B0,5				—4,75	—4,88	2	±0,16				—4,88	
B0,7		1		—5,40	—5,55	2	±0,07				—5,55	
B0,6	±0,07	11		—5,45	—5,30	3		—5,51	11	^m	—5,45	±0,10
B0,35	±0,09	15		—6,0	—6,85	4	±0,21	—5,65	11	±0,08		
B1,20	±0,06	13	B1,4	—6,80	—6,33	3		—7,00	9		—6,75	±0,11
B1,65	±0,25	4	B0,7	—4,05	—3,93	4		—4,16	4		—4,00	±0,10
B0,80	±0,10	13	B0,8	—4,40	—4,20	4		—4,87	9		—4,55	±0,12
B1,20	±0,07	16	B1,4	—6,00	—6,03	4		—5,76	9		—5,88	±0,06
B0,45	±0,09	18	B1	—5,75	—5,72	3		—5,75	9		—5,73	±0,08
B0,90	±0,08	15	B1,0	—4,75	—4,63	4		—4,96	9		—4,80	±0,11
B0,65	±0,17	7	B1,1	—3,80	—3,90	4		—3,50	2		—3,82	±0,10
B0,95	±0,08	18	B2,0	—6,10	—5,91	4		—5,94	10		—5,92	±0,07
B0,75	±0,10	17	B1,4	—4,00	—3,97	3		—3,93	11		—3,94	±0,06
B1,10	±0,14	15		—7,30	—7,18	3		—7,47	10		—7,35	±0,20
B1		1		—6,15	—5,94	2	±0,08				—5,94	
B1		1		—5,75	—5,56	2	±0,09				—5,56	
B1,20	±0,09	8	B0,8	—8,20	—8,18	4	±0,10	—6,24	9	±0,15		
B1,20	±0,11	4		—3,13	—3,17	3	±0,30				—3,17	
B0,70	±0,14	22		—5,45	—5,55	4		—5,50	10		—5,52	±0,14
B1,40	±0,16	16		—4,90	—4,89	4		—4,63	11		—4,75	±0,11
B1,85	±0,24	11		—4,05	—3,79	3		—4,13	11		—4,01	±0,08
B1		1		—2,70	—2,60	2	±0,25				—2,60	
B0,90	±0,06	14	B0,4	—4,65	—4,45	4		—4,52	11		—4,61	±0,05
B1,00	±0,10	13		—3,80	—4,44	4		—3,49	11		—3,89	±0,13
B1		1		—4,36	—4,11	2	±0,16				—4,11	
B1,50	±0,17	9	B0,8	—3,60	—3,89	4		—3,72	9		—3,80	±0,05
B1,70	±0,32	2		—2,70	—2,90	1					—2,90	
B1,15	±0,15	13	B1,0	—7,45	—7,64	4	±0,10	—6,90	11	±0,11		
B1,75	±0,20	13	B0,8	—7,30	—7,24	4		—7,45	3		—7,30	±0,06
B2,35	±0,12	15	B2,2	—3,15	—3,05	4		—2,95	1		—3,04	±0,12
B2,40	±0,18	5		—3,40	—3,46	4	±0,11				—3,46	
B2,50	±0,24	7		—2,03	—2,01	4	±0,03				—2,01	
B1,60	±0,18	9		—2,87	—3,02	4		—3,60	9		—3,30	±0,05
B1,95	±0,13	11	B2,1	—3,27	—3,47	4	±0,13				—3,47	
B1,80	±0,26	8	B1,7	—3,33	—3,31	4		—3,25	1		—3,30	±0,14
B1,85	±0,11	16	B1,8	—3,98	—4,16	4		—3,87	2		—4,09	±0,09
B1,75	±0,08	15	B2,2	—4,30	—4,30	4		—4,00	3		—4,22	±0,11
B2,25	±0,46	4	B2,1	—4,35	—4,30	4	±0,15				—4,30	
B2,10	±0,11	14	B2,1	—3,95	—3,93	4		—3,90	1		—3,92	±0,02
B2,90	±0,21	7		—4,47	—4,50	3	±0,06	—5,20	2	±0,30		
B2,30	±0,18	4		—2,48	—2,40	3	±0,10				—2,40	
B1,75	±0,11	15	B0,8	—7,35	—7,46	4		—7,23	6		—7,36	±0,09
B2,00	±0,13	13		—5,80	—5,33	2		—5,60	1		—5,34	±0,24
B1,05	±0,05	2		—3,55	—3,41	2		—3,80	1		—3,48	±0,16
B1,15	±0,17	4		—5,37	—5,16	2	±0,04	—4,85	1			

№ п/п	HD	Название звезды	m_v	Sp (MK)	M_v	Группировка	Q	Sp I
1	2	3	4	5	6	7	8	9
151 *	157056	42 θ Oph	^m 3,37	B2 IV	^m -3,0	Sco II		B1,9
152	164284	66 Oph	4,81	B2 Ve				B2,4
153 *	180163	20 η Lyr	4,46	B2 IV				B2,9
154 *	202904	ν Cyg	4,42	B2 Ve	-2,75	Cyg IV, A		
155 *	203025		6,41	B2 III	-4,6	Cep I, C		B2,25
156 *	205021	8 β Cep	3,3	B2 III	-5,15:	Cep I, A:	^m -0,77	B1,60
157	206165	9 Cep	4,72	B2 Ib	-5,95	Cep I, B	-0,76	B2,65
158	208185		8,2	B2 V	-2,55	Cep I, B		B2,25
159 *	208682		5,85	B2 IVe	-3,25	Cep I, A		
160	208947		6,3	B2 V	-2,8	Cep I, A		B2,60
161	213420	6 Lac	4,54	B2 IV	-3,7	Lac A		B2,70
162 *	214993	12 Lac	5,18	B2 III	-4,2	Lac B	-0,76	B1,85
163 *	216916	16 Lac	5,54	B2 IV	-3,9	Lac B	-0,74	B1,90
164	166182	102 Her	4,32	B2 III				B2,00
165 *	11415	45 ε Cas	3,4	B3 III	-2,6	Cas—Tau		B3,7
166	14134		6,55	B3 Ia	-7,35	Per I	-0,76	B2,6
167 *	16908	35 Ari	4,58	B3 V	-3,5	Cas—Tau		B2,4
168	23478		6,68	B3 IV	-2,8	Per II	-0,63	B3,0
169 *	23625		6,58	B3 V	-3,0	Per II	-0,66	B2,2
170 *	25204	35 λ Tau	3,77	B3 V				B3,45
171 *	25940	48 ϵ Per	4,04	B3 Vpe	-2,2	Cas—Tau	-0,56	
172	26912	49 μ Tau	4,32	B3 V	-1,6	Cas—Tau		B2,9
173 *	29763	94 τ Tau	4,33	B3 V	-3,6	Cas—Tau		B2,25
174	32343	11 Cam	5,31	B3 Ve				B5,8
175	32630	η Aur	3,17	B3 V	-1,0	Cas—Tau	-0,53	B2,4
176	41534		5,64	B3 IV				B2,95
177 *	41753	67 ν Ori	4,40	B3 V	-1,6	Cas—Tau		B2,8
178 *	45725	β Mon A	4,73	B3 IVe				
179	53138	24 σ^2 CMa	3,12	B3 Ia	-6,9	CMa II		B2,7
180	58050		6,4	B3 III				B2,3
181	74280	η Hya	4,30	B3 V			-0,59	B3,05
182	87015		5,59	B3n				B2,35
183 *	89688	23 Sex	6,5	B3 III				B3,7
184	100600	90 Leo b	5,95	B3 V			-0,52	B3,85
185	120315	85 η UMa	1,86	B3 V	-1,0	Cas—Tau	-0,53	B3,0
186 *	148479	α Sco B	6,5	B4	+0,1	Sco II		B2,1
187 *	156633	68 ν Her	4,60	B3 III				B3,15
188	160762	85 ι Her	3,80	B3 V			-0,55	B2,9
189	164852	96 Her	5,09	B3 V				B2,6
190	175863		6,9	B4 Ve				B6,25
191	180554	1 Vul	4,60	B3 IV				B2,85
192 *	185507	σ Aql	4,99	B3 V				B2,75
193	187811	12 Vul	4,9	B3 IV				B3,65
194	198478	55 Cyg	4,82	B3 Ia	-7,0	Cyg VII, C	-0,78	B3,4
195 *	207330	π^2 Cyg	4,26	B3 III	-3,25:	Cyg VII:		B2,8
196 *	221253	AR Cas	4,89	B3 V				B2,8
197 *	3369	π And	4,44	B5 V				B5,65
198	4121		5,55	B5 V				B2,55
199 *	4727	35 ν And	4,53	B5 V			-0,47	B3,6
200	5737	α Scl	4,39	B5				B6,1

Т а б л и ц а 4 (продолжение)

Sp II	σ_{Sp}	n	Sp _Q	M I	M II _{II}	n	$\sigma_{M II}$	M II _{II}	n	$\sigma_{M II}$	$\overline{M II}$	$\sigma_{\overline{M}}$
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
B2,00	$\pm 0,17$	5		^m -3,00	^m -3,08	1		^m -3,55	1		^m -3,25	
B2,40	$\pm 0,17$	9		-2,48	-2,68	4	^m $\pm 0,25$				-2,68	
B2,70	$\pm 0,16$	14		-3,28	-3,17	4	$\pm 0,06$				-3,17	
B2				-3,95	-3,90	3	$\pm 0,17$				-3,90	
B2,40	$\pm 0,22$	7		-4,47	-4,67	3	$\pm 0,20$	-3,75	2	^m $\pm 0,10$		
B1,60	$\pm 0,21$	14	B1,2	-4,40	-4,25	4		-4,30	2		-4,26	^m $\pm 0,03$
B2,50	$\pm 0,11$	12	B3,1	-6,15	-6,23	4	$\pm 0,10$				-6,23	
B2,05	$\pm 0,18$	6		-2,60	-2,55	2	$\pm 0,25$				-2,55	
B2				-4,05	-4,07	3	$\pm 0,12$				-4,07	
B2,60	$\pm 0,10$	5		-2,15	-2,15	3	$\pm 0,10$				-2,15	
B2,70	$\pm 0,11$	9		-3,75	-3,56	3	$\pm 0,10$				-3,56	
B1,65	$\pm 0,07$	11	B1,5	-4,40	-4,18	4		-3,95	2		-4,15	$\pm 0,09$
B1,85	$\pm 0,15$	11	B1,6	-3,82	-3,85	4		-4,18	2		-3,95	$\pm 0,07$
B2,00	$\pm 0,17$	5		-4,15	-4,38	2	$\pm 0,27$				-4,38	
B2,90	$\pm 0,34$	11	B3,1	-2,44	-2,40	4	$\pm 0,17$				-2,40	
B2,20	$\pm 0,26$	8	B1,3	-7,00	-6,83	3	$\pm 0,09$				-6,83	
B2,35	$\pm 0,08$	3		-1,42	-1,42	4	$\pm 0,07$				-1,42	
B3,00	$\pm 0,32$	3	B2,6	-2,52	-2,35	3	$\pm 0,15$				-2,35	
B2,20	$\pm 0,21$	3	B2,3	-2,75	-2,45	4	$\pm 0,30$				-2,45	
B3,30	$\pm 0,51$	7		-1,87	-1,88	3	$\pm 0,13$				-1,88	
B3			B3,0	-1,52	-1,57	3	$\pm 0,13$				-1,57	
B3,05	$\pm 0,33$	6		-2,65	-2,52	4	$\pm 0,10$				-2,52	
B2,35	$\pm 0,35$	10		-1,13	-1,11	4		-1,00	1		-1,10	$\pm 0,03$
B5,90	$\pm 0,42$	2		-1,77	-1,75	4	$\pm 0,07$				-1,75	
B2,50	$\pm 0,27$	8	B3,3	-1,92	-1,81	4	$\pm 0,16$				-1,81	
B2,85	$\pm 0,09$	5		-2,70	-2,60	2	0,0				-2,60	
B2,80	$\pm 0,18$	6		-1,83	-1,85	3	$\pm 0,06$				-1,85	
B3				-3,42	-3,45	2	$\pm 0,05$				-3,45	
B2,85	$\pm 0,35$	6		-6,85	-6,85	2	$\pm 0,05$				-6,85	
B2,20	$\pm 0,14$	5		-2,92	-2,85	2	0,0				-2,85	
B2,90	$\pm 0,26$	8	B2,8	-2,45	-2,51	4	$\pm 0,13$				-2,51	
B2,30	$\pm 0,13$	10		-1,92	-1,90	3	$\pm 0,08$				-1,90	
B3,20	$\pm 0,50$	6		-3,38	-3,38	3	$\pm 0,10$				-3,38	
B3,60	$\pm 0,52$	5	B3,4	-1,83	-1,88	4	$\pm 0,14$				-1,88	
B3,30	$\pm 0,35$	5	B3,35	-1,57	-1,65	4	$\pm 0,14$				-1,65	
B2,45	$\pm 0,27$	7		-1,60								
B3,30	$\pm 0,52$	5		-2,85	-2,75	1					-2,75	
B2,85	$\pm 0,16$	10	B3,1	-2,22	-2,18	4	$\pm 0,08$				-2,18	
B2,70	$\pm 0,16$	8		-1,50	-1,45	4	$\pm 0,06$				-1,45	
B6,35	$\pm 0,27$	6		-1,82	-1,87	4	$\pm 0,11$				-1,87	
B2,85	$\pm 0,12$	6		-1,07	-1,15	3	$\pm 0,08$				-1,15	
B2,75	$\pm 0,27$	4		-2,65	-2,60	1					-2,60	
B3,8		1		-2,30	-2,35	3	$\pm 0,12$				-2,35	
B3,40	$\pm 0,13$	10	B2,9	-7,35	-7,38	4	$\pm 0,11$				-7,38	
B2,80	$\pm 0,10$	11		-3,20	-3,15	4	$\pm 0,09$				-3,15	
B3,25	$\pm 0,23$	3		-1,92	-2,00	4	$\pm 0,18$				-2,00	
B5,25	$\pm 0,21$	7		-1,17	-1,45	4	$\pm 0,19$				-1,45	
B2,70	$\pm 0,20$	7		-1,17	-1,40	3	$\pm 0,13$				-1,40	
B3,60	$\pm 0,36$	4	B3,9	-1,73	-1,50	4	$\pm 0,49$				-1,50	
B5,20	$\pm 0,46$	5		+0,15	+0,20	2	$\pm 0,20$				+0,20	

№ п/п	ID	Название звезды	m_v	Sp (MK)	M_v	Группировка	Q	Sp I
1	2	3	4	5	6	7	8	9
201	18604	91 λ Cet	^m 4,69	B5 III				B6,55
202 *	22192	37 ψ Per	4,23	B5 IIIe			^m —0,54	
203	22928	δ Per	3,00	B5 III			—0,41	B3,1
204 *	24190		7,44	B5 V	^m —1,75	Per II	—0,67	
205 *	34503	τ Ori	3,68	B5 III				
206	34759	20 ρ Aur	5,12	B5 V	—0,6	Cas—Tau		B3,5
207 *	36371	25 χ Aur	4,88	B5 Iab	—7,0	Aur I		B3,75
208	56014	27 CMa	4,66	B5e				B3,2
209	58350	η CMa	2,43	B5 Ia	—7,4	CMa II		B3,65
210	83754	κ Hya	4,96	B5 V				B5,65
211	100600	90 Leo f	7,3	B5				B6,6
212 *	109387	κ Dra	3,88	B5 IIIe				B5,75
213 *	138749	θ Cr B	4,2	B5 V				
214	147394	22 τ Her	3,89	B5 IV			—0,45	B5,15
215	164353	67 Oph	3,92	B5 Ib	—6,2:	Sct I, A:		B3,55
216	184930	ι Aql	4,28	B5 III				B3,9
217 *	199081	57 Cyg	4,68	B5 V				B3,1
218	212455		8,4	B5 Iab	—6,4	Cep II,B		B5,2
219 *	219688	ψ^2 Aqr	4,56	B5 V				
220	23302	17 Tau	3,69	B6 III	—1,9	Плеяды	—0,33	B6,8
221	23338	19 q Tau	4,29	B6 V	—1,15	Плеяды	—0,38	B5,95
222	23480	23 Tau	4,16	B6 IVnn	—1,60	Плеяды	—0,39	B6,4
223	90994	30 β Sex	4,95	B6 V				B5,6
224	155763	22 ζ Dra	3,22	B6 III				B6,6
225	182255	3 Vul	4,92	B6 III				B5,15
226	188892	22 Cyg	4,57	B6 III				B5,1
227	195810	2 ϵ Del	3,94	B6 III				B6,0
228	198183	λ Cyg	4,47	B6 IVe				B5,0
229 *	212120	2 Lac	4,66	B6 IV				B5,6
230 *	217675	σ And	3,6	B6p				
231 *	23288	16 Tau	5,46	B7 IV	—0,15	Плеяды	—0,30	
232	23408	20 Tau	3,86	B7 III	—1,70	Плеяды	—0,35	B6,35
233	23630	25 η Tau	2,86	B7 III	—2,65	Плеяды	—0,26	B6,15
234	35497	β Tau	1,65	B7 III			—0,38	B6,9
235	45542	ν Gem	4,06	B7 IV				B6,0
236	87901	32 α Leo	1,36	B7 V			—0,28	B8,0
237	178475	18 ι Lyr	5,13	B7 IV				B3,2
238 *	208501	13 Cep	5,79	B8 Ib	—6,0	Cep I, C	—0,65	B3,4

Примечания

5. Имеются W_λ только для двух линий He II и двух линий H I.
11. Лучевая скорость переменна.
13. Имеются W_λ только для двух линий He I. Спектральный класс и M нельзя определить.
16. Спектрально-двойная.
17. Спектрально-двойная. Кратная, ADS 15184.
25. Спектрально-двойная. Третье тело? W_λ для линий водорода (H_γ и H_δ) неуверенны.
26. Нет определений W_λ для линий водорода.
31. Спектрально-двойная.

Таблица 4 (окончание)

Sp II	σ_{Sp}	n	SpQ	M I	M II _{II}	n	$\sigma_{M II}$	M II _{III}	n	$\sigma_{M III}$	$\overline{M II}$	$\sigma_{\overline{M}}$
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
B5,75	$\pm 0,12$	6		$^m -0,65$	$^m -0,71$	4	$^m \pm 0,10$				$^m -0,71$	
B5			B3,3	-3,20	-3,16	3	$\pm 0,07$				-3,16	
B3,80	$\pm 0,28$	8	B5,5	-2,13	-2,09	4	$\pm 0,05$				-2,09	
B2,10		1	B2,3	-1,35	-1,27	2	$\pm 0,22$				-1,27	
B5				-0,90	-1,20	2	$\pm 0,20$				-1,20	
B3,40	$\pm 0,59$	7		-0,58	-0,55	4	$\pm 0,19$				-0,55	
B3,65	$\pm 0,16$	8			-6,78	4	$\pm 0,14$				-6,78	
B3,75	$\pm 0,65$	4		-0,75	-0,75	1					-0,75	
B3,65		1			-7,00	1					-7,00	
B5,00	$\pm 0,66$	3		-0,25	-0,48	2	$\pm 0,08$				-0,48	
B6,60	$\pm 0,08$	3		-1,37	-1,25	4	$\pm 0,20$				-1,25	
B5,70	$\pm 0,40$	6		-2,17	-2,18	4	$\pm 0,11$				-2,18	
B5			B5,2	-1,37	-1,40	4	$\pm 0,07$				-1,40	
B3,85	$\pm 0,18$	6		-0,42	-0,80	4	$\pm 0,24$				-0,80	
B3,55	$\pm 0,15$	8			-5,62	4	$\pm 0,13$				-5,62	
B3,85	$\pm 0,25$	7		-0,82	-0,78	3	$\pm 0,12$				-0,78	
B3,65	$\pm 0,29$	6		-1,33	-1,30	3	$\pm 0,10$				-1,30	
B5,10	$\pm 0,12$	4			-6,21	4	$\pm 0,12$				-6,21	
B5				-1,70	-1,66	2	$\pm 0,11$				-1,66	
B6,60	$\pm 0,37$	4	B6,6	-1,65	-1,67	4	$\pm 0,10$				-1,67	
B5,65	$\pm 0,20$	5	B5,8	-1,36	-1,30	4	$\pm 0,07$				-1,30	
B6,05	$\pm 0,60$	4	B5,8	-2,40	-2,38	3	$\pm 0,02$				-2,38	
B6,05	$\pm 0,34$	4		0,00	+0,03	3	$\pm 0,32$				+0,03	
B6,55	$\pm 0,12$	4		-1,05	-1,08	4	$\pm 0,05$				-1,08	
B5,35	$\pm 0,34$	6		+0,88	+0,70	3	$\pm 0,13$				+0,70	
B5,00	$\pm 0,25$	6		-2,45	-2,20	4	$\pm 0,37$				-2,20	
B6,05	$\pm 0,11$	6		-1,22	-1,16	4	$\pm 0,11$				-1,16	
B5,00	$\pm 0,24$	6		-0,60	-0,47	4	$\pm 0,08$				-0,47	
B5,95	$\pm 0,29$	5		-0,95	-0,92	4	$\pm 0,03$				-0,92	
B6				-2,80	-2,90	4	$\pm 0,08$				-2,90	
B7			B7,4	+0,20	0,0	2	0,00				0,00	
B6,00	$\pm 0,25$	6	B6,3	-1,68	-1,65	4	$\pm 0,04$				-1,65	
B6,05	$\pm 0,25$	4	B8,0	-1,98	-2,15	4	$\pm 0,21$				-2,15	
B7,00	$\pm 0,09$	5	B5,8	-1,10	-1,09	4	$\pm 0,04$				-1,09	
B6,05	$\pm 0,29$	4		-1,95	-1,87	4	$\pm 0,16$				-1,87	
B7,65	$\pm 0,59$	3	B7,7	-0,57	-0,53	4	$\pm 0,08$				-0,53	
B3,25	$\pm 0,14$	3		-1,77	-1,72	3	$\pm 0,10$				-1,72	
B3,40	$\pm 0,30$	3	B8,0	-6,32	-6,20	3	$\pm 0,10$				-6,20	

38. Спектрально-двойная, O9 III + O9 III, $6^m,1-6^m,3$. Для водорода W_λ только у Н_γ. Ненадежно.

40. Спектрально-двойная. Визуально-двойная, спутник B9, $7^m,3, 11''$.

43. Спектрально-двойная. Визуально-двойная, ADS 5977, спутник $10^m,5, 8''$.

44. Нет определений W_λ для линий водорода.

51. Спектр и величина меняются. Визуально-двойная, спутник $12^m, 23''$. Линии водорода в эмиссии. Спектральный класс и M не определялись.

53. Нет определений W_λ для линий водорода. M не определялась.

54. Спектрально-двойная. Визуально-двойная, ADS 4134, спутник $6^m,9, B3$.

56. Спектрально-двойная.

57. Кратная.

58. Визуально-двойная, ADS 4263, спутник B3n, 4^m2.
67. Яркая выраженная звезда Ве. Линии водорода не использовались для определения M .
68. Спектрально-двойная. Ве. W_λ определены только для линий He I и He II, H₁₀, H₁₁. Спектральный класс и M не определялись.
76. W_λ определены только для H_γ и H_β. Очень неуверенные определения. M не определялось.
78. Нет определений W_λ для линий водорода.
80. Нет определений W_λ для линий H и линий He II.
82. Нет определений W_λ для линий водорода.
85. Спектрально-двойная. Визуально-двойная, ADS 13405, спутник 9^m8, 0ⁿ9. Большие расхождения между M по водороду и M по другим элементам. $\Delta M \approx 1^m$. Причина — двойственность?
86. Спектрально-двойная. Из линий водорода имеется W_λ только для H_γ. M ненадежно.
93. Визуально-двойная, ADS 2699, спутник 9^m5, 20". Лучевая скорость компонента A переменна.
94. Спектрально-двойная, видны оба спектра. Кратная, 8^m3, 14^m0; 9^m, 78".
95. Переменная лучевая скорость.
98. Спектрально-двойная. Визуально-двойная, ADS 9913, спутник 9^m7, 1".
101. Спектр и M ненадежны. Малое число критериев.
103. Спектрально-двойная.
104. Нет W_λ линий для определения Sp.
105. Нет W_λ линий для определения Sp.
106. Нет W_λ линий для определения Sp.
109. Спектрально-переменная. M по водороду и по другим элементам различается на 1^m2. $\bar{M}$ II не находилось.
112. Спектрально-двойная, видны оба спектра. Визуально-двойная, ADS 2726, спутник 8^m5, по Хилтнеру [58] B1 II.
113. Кратная. Прочие компоненты слабее 9^m3.
115. Переменная типа β CMa.
116. Переменная, 3^m7—3^m9. Спектрально-двойная. Визуально-двойная, ADS 4002.
118. Спектрально-двойная.
120. Нет W_λ линий для определения Sp.
121. Нет W_λ линий для определения Sp.
122. Пекулярный сверхгигант. Возможно, обычные критерии для M не применимы. Между M по водороду и M по другим линиям $\Delta M \approx 2^m$.
127. Нет W_λ линий для определения Sp.
128. То же.
129. То же.
130. То же.
132. Спектрально-двойная.
133. Сверхгигант Ia со светимостью выше нормальной. В спектре характеристики Р Лебедя. См. примечание к 122. $\Delta M \approx 0^m75$.
135. Переменная типа β CMa.
139. Переменная типа β CMa.
141. Переменная типа β CMa.
142. Спектрально-двойная.
143. Переменная. Спектрально-двойная.
145. Спектрально-двойная. Звезда с оболочкой. Безоговорочное применение критериев по M сомнительно. $\Delta M \approx 0^m7$.
146. Спектрально-двойная.
150. Звезда Ве. W_λ для линий водорода, возможно, искажены влиянием эмиссии. Светимость по W_λ для водорода может быть значительно завышена.
151. Переменная типа β CMa.
153. Визуально-двойная, ADS 12197, спутник 8^m5, A0. Переменная типа β CMa?

154. Звезда Ве. Нет определений W_λ линий для нахождения Sp.
155. Спектрально-двойная. Ве. Между M по водороду и M по другим линиям $\Delta M \approx 0^m9$.
156. Переменная типа β CMa.
159. Нет определений W_λ линий для нахождения Sp.
162. Переменная типа β CMa.
163. Спектрально-двойная. Визуально-двойная, ADS 16384, спутник $12^m0, 27''$
- Переменная типа β CMa.
165. Оценки спектрального класса показывают большой разброс.
167. Исходная светимость ($M = -3^m3$ по Благау) значительно завышена. Cf. [37].
169. Согласно Хилтиеру [58], спектральный класс B2 V.
170. Спектрально-двойная. Визуально-двойная.
171. Звезда Ве. Нет определений W_λ для нахождения Sp.
173. Спектрально-двойная. См. примечание к № 167.
177. Спектрально-двойная.
178. Звезда Ве. Нет определений W_λ линий для нахождения Sp.
183. Переменная типа β CMa?
186. Спутник Антареса. Субгигант? Исходная $M \approx +0^m1$. По линиям водорода $M \approx -1^m5$.
187. Спектрально-двойная. Визуально-двойная, ADS 10449, спутник $10^m2, 4''$.
- Из линий водорода W_λ известно только для H_γ .
192. Спектрально-двойная. Визуально-двойная, ADS 12733, спутник $12^m4, 47''$.
195. Спектрально-двойная.
196. Спектрально-двойная.
197. Спектрально-двойная. Визуально-двойная, ADS 513, спутник 9^m0 .
199. Спектрально-двойная.
202. Нет W_λ линий для определения Sp.
204. Согласно Хилтиеру [58], спектральный класс B2 V.
205. Имеются определения W_λ только для H_β — H_δ . Малый вес. Спектральный класс не определялся.
207. Спектрально-двойная.
212. Спектрально-двойная.
213. Нет определений W_λ линий для нахождения Sp.
217. Спектрально-двойная.
219. Нет W_λ линий для нахождения Sp. W_λ только для линий водорода.
229. Спектрально-двойная.
230. Звезда с оболочкой. Нет W_λ линий для определения Sp. Светимость по W_λ для линий водорода может быть значительно завышена.
231. Нет W_λ линий для определения Sp.
238. По некоторым определениям в системе МК спектр B4 Iab.

Согласно Бланко [38],

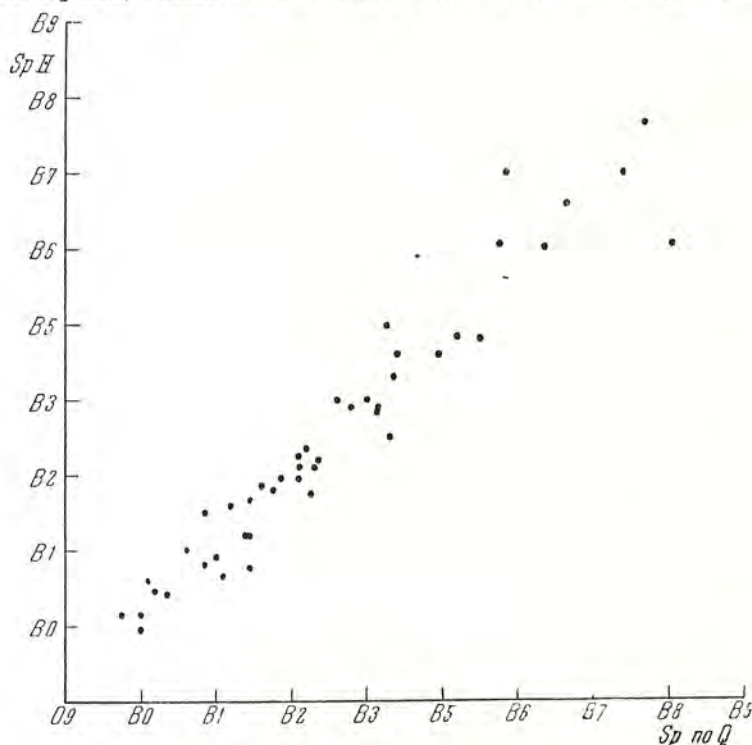
$$\frac{E_{(U-V)}}{E_{(B-V)}} = 0,76 + 0,03A_{\text{vis}},$$

где A_{vis} — полное поглощение в визуальных лучах.

Для каждой звезды нашего списка, для которой имеются трехцветные наблюдения в системе U, B, V , можно определить величину Q . Для звезд более ранних, чем B0, величина Q очень слабо зависит от спектрального класса. Для звезд же более поздних, чем B0, по величине Q можно достаточно уверенно определять спектральный класс звезды. Величины Q приведены в столбце 8 табл. 4. Зависимость величины Q от спектрального класса в системе МК была построена

отдельно для звезд классов светимости III—V и Ia—Ib. Из сглаженных кривых по величине Q определены спектральные классы, приводимые в столбце 13 табл. 4.

Сравнение спектральных классов второго приближения, $Sp II$, и спектральных классов, найденных по величине Q , Sp_Q , приводится на фиг. 16. Против ожиданий, разброс точек на фиг. 16 оказался довольно значительным. Это может быть обусловлено двумя причинами. Во-первых, ошибками в определении величины Q , складываю-

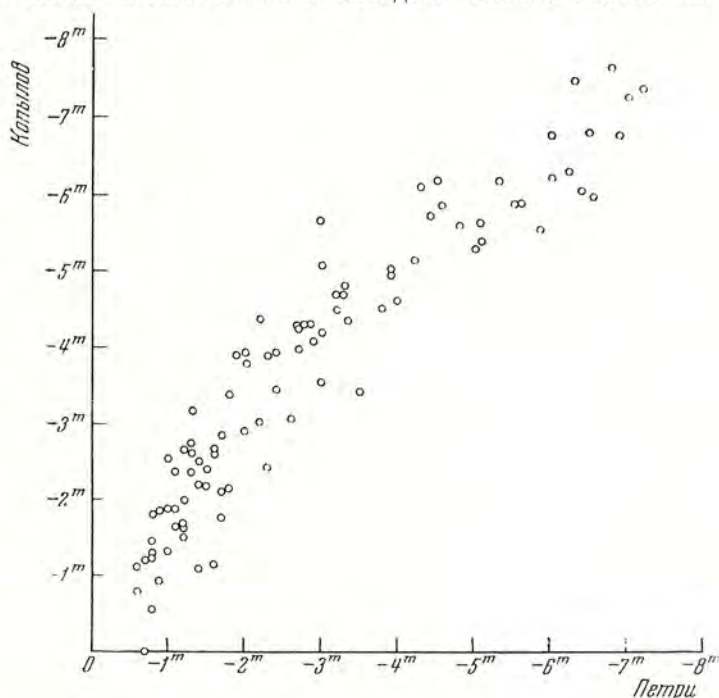


Фиг. 16. Сопоставление Sp_Q и Sp второго приближения (для звезд классов светимости III—V).

щимися из ошибок наблюдаемых показателей цвета $U - B$ и $B - V$, а в случае сильно покрасневших звезд и из ошибок в определении величины $\frac{E_{(U-B)}}{E_{(B-V)}}$. Во-вторых, для звезд класса светимости III, значительно уклоняющихся вверх от главной последовательности, может и не быть однозначного соответствия между величиной Q и спектральным классом. Звезды более высоких светимостей могут иметь несколько иную величину Q , чем звезды меньших светимостей того же спектрального класса. Имеются определенные указания на наличие подобного эффекта [39]. В частности для звезд Плеяд [36] этот эффект определенно существует. Для классов светимости V и Ia различия в величинах Q для звезд данного спектрального класса оказываются очень значительными — от 0^m05 для B1 до 0^m35 для B7, а для A0 уже 0^m53 . Различия в величинах $(B - V)_0$ и $(U - B)_0$ для звезд различных клас-

сов светимости примерно пропорциональны разнице в абсолютных величинах (см. об этом [12]). Поэтому методом определения спектрального класса по величине Q нельзя получить высокой точности в спектральном классе без исследования и учета влияния M на величину Q .

Система абсолютных величин, полученная в § 5, была сопоставлена с системой Петри [22, 23] (фиг. 17). Согласие определений приходится считать плохим, если учесть, что обе системы абсолютных величин выведены на основе количественных методов. Помимо значительных систе-



Фиг. 17. Сопоставление M по Петри и M из табл. 4 (второе приближение).

матических различий, имеются большие случайные ошибки, достигающие почти 1^m0 . Расхождения систем настолько велики, что этот вопрос заслуживает специального детального рассмотрения.

Основной причиной систематических различий систем следует, по-видимому, считать различие исходных систем стандартов абсолютных величин. Наша система исходных абсолютных величин для звезд спектральных классов В1 и более ранних близка к калибровке Моргана и Кирана [29] или несколько уточненной [32]. Как отмечает Петри [22, 23], его система абсолютных величин почти на 1^m слабее, чем абсолютные величины в системе МК [29]. Для звезд главной последовательности спектральных классов В2 и более поздних наши стандарты основаны на использовании групповых параллаксов, которые едва ли могут иметь такую большую систематическую ошибку, которая приводила бы к средней разнице в абсолютных величинах порядка $+0^m7$. Принятый нами модуль расстояния для Плеяд (5^m3) мало отличается от принятого Петри (5^m0).

Значительные отклонения от средней зависимости систем Петри и нашей могут быть отчасти объяснены различиями в исходных системах и отчасти случайными и систематическими ошибками в определении эквивалентных ширин водородных линий. С этой точки зрения наши определения абсолютных величин, по-видимому, более свободны от случайных ошибок, так как для каждой звезды мы использовали W_λ от 2 до 8 водородных линий. Каждое из значений W_λ в свою очередь получено в результате усреднения по крайней мере нескольких отдельных определений эквивалентной ширины. Поэтому можно ожидать, что наши ошибки определения абсолютных величин звезд должны быть примерно в два-три раза меньше, чем у Петри. Вероятная ошибка определения абсолютной величины каждой звезды в нашей системе в среднем порядка $\pm 0^m,10$ и менее чем для 5% звезд превышает $0^m,25$. По подсчетам Петри средняя ошибка его определений M за счет случайных ошибок в W_λ для H_γ должна быть порядка $\pm 0^m,3$, что находится в согласии с нашими оценками этой ошибки.

Поэтому можно полагать, что дисперсия точек на фиг. 17 обусловлена в основном ошибками в определениях абсолютных величин в системе Петри. Кроме того, поправки за влияние спектрального класса на эквивалентную ширину линии при пользовании единой редуccionной кривой (M , W_λ) для широкого интервала спектральных классов В0—В7, выведенные в [22, 23], по-видимому, заметно занижены. Из фиг. 8 следует, что, например, поправка для В0 должна быть порядка $+0^m,6$, в то время как, согласно Петри, она равна всего $+0^m,3$. Заниженные величины поправок за влияние спектрального класса также приводят к увеличению разброса точек около средней линии на фиг. 17.

Мы попытались далее сопоставить полученные нами параметры звезд — спектральный класс и абсолютную величину — с эквивалентами этих параметров — величинами D и λ_1 , находямыми в системе классификации, разработанной Шалонжем и др. (см. [13]).

Такое сопоставление представляет значительный интерес, так как оно дает возможность сравнить точность методов фотографической спектрофотометрии непрерывного спектра для целей двумерной классификации звездных спектров с точностью методов классификации, основанных на количественных определениях интенсивностей линий поглощения.

Величина бальмеровского скачка D характеризует свойства фотосферных слоев звезды и определяется как температурой, так и плотностью соответствующих слоев. Величина λ_1 —3700 определяется также температурой и плотностью и, кроме того, турбуленцией во внешних слоях звезды, осевым вращением и другими процессами, влияющими на расширение линий.

Относительное влияние упомянутых факторов на величины D и λ_1 —3700 меняется в зависимости от положения звезды на диаграмме спектр—абсолютная величина (см. [13]). Для получения по величинам D и λ_1 —3700 достаточно точных значений параметров звезды M и Sp

(т. е. для калибровки системы D, λ_1) необходимо знание точных M и Sp для значительного числа звезд.

При наличии такой калибровки для нахождения спектрального класса и абсолютной величины звезды в системе D, λ_1 необходимо всего два критерия. Так как Sp и M для звезд ранее A2 определяются однозначно графически положением точки, изображающей звезду, в плоскости D, λ_1 , то очевидно, что ошибка в любой из величин D или λ_1 приведет к соответствующим ошибкам, вообще говоря, в обоих параметрах звезды, как в спектральном классе, так и в абсолютной величине.

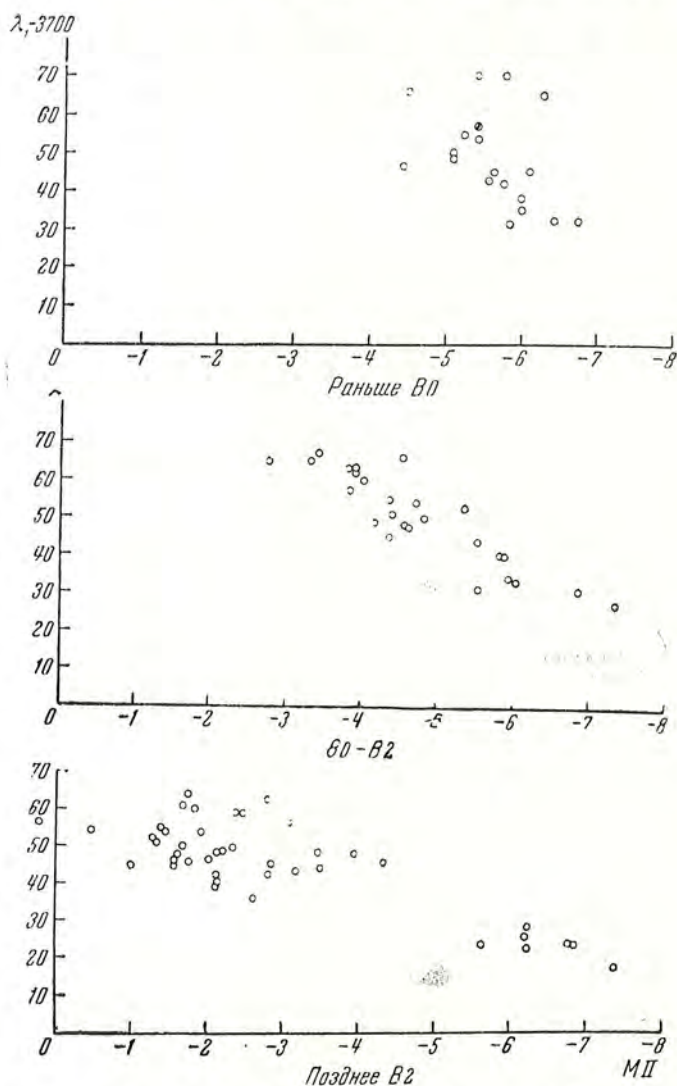
Согласно Шалонжу и Диван [13], ошибки в определении величин D и $\lambda_1 - 3700$ оказываются порядка 0,005—0,020 и 2—9 Å соответственно, причем ошибка в D зависит от самой величины D .

Из анализа графиков сравнения Sp II, D (фиг. 18) и M II, $\lambda_1 - 3700$ для трех интервалов спектральных классов (фиг. 19) можно вывести следующие заключения (к этим же заключениям, но в менее определенной форме, приводит и рассмотрение фиг. 11 в работе [13] — сравнение системы D, λ_1 с системой МК).

а) Так как величина $\lambda_1 - 3700$ зависит в большей степени от M , чем от Sp , то ошибка в определении величины $\lambda_1 - 3700$ будет меньше сказываться на находимой величине M , чем на Sp . Степень зависимости $\lambda_1 - 3700$ от M различна для различных M и Sp , увеличиваясь для звезд больших светимостей и более ранних спектральных классов, до В0. Анализ фиг. 19 (или аналогичных графиков с более дробным делением на спектральные классы) показывает, что указанные выше величины ошибок в определении $\lambda_1 - 3700$ будут приводить к ошибкам в определении M (для достаточно узкого интервала спектральных классов, скажем, порядка половины одного подкласса) минимум 0^m2—0^m5, обычно же больше. Кроме того, для звезд спектральных классов В0—В7 классов светимости III—V фактором, искажающим $\lambda_1 - 3700$, является быстрое осевое вращение звезд. Расширение линий за счет вращения приводит к тому, что величина $\lambda_1 - 3700$ увеличивается. Дисперсия в скоростях вращения и направлениях осей вращения звезд В0—В7 данной светимости приводит к значительной дисперсии в зависимости (M, λ_1) и в конечном итоге делает определения M для звезд классов светимости III—V по λ_1 крайне неуверенными. Абсолютные величины звезд более слабых, чем -3^m (звезды спектральных классов позднее В2, кроме сверхгигантов), оценивать по величине $\lambda_1 - 3700$ вообще не представляется возможным.

б) Спектральные классы звезд данной светимости определяются по величине D со средней ошибкой порядка 0,30 спектрального подкласса и больше. В интервале спектральных классов ранее В0—В1 оценки спектральных классов по величине D становятся совершенно неопределенными. Для звезд спектрального класса О по существу нет и однозначной зависимости между $\lambda_1 - 3700$ и абсолютной величиной. Различия в скорости турбулентии в атмосферах звезд О данной светимости могут полностью объяснить отсутствие четкой зависимости между $\lambda_1 - 3700$ и абсолютной величиной звезд О [37].

Следовательно, классификация (D , $\lambda_1 - 3700$) именно как двумерная количественная классификация для звезд ранних спектральных классов от O5 до B8 находит применение лишь в ограниченном спектральном интервале от B0—B1 до B2—B2,5, так как вне этого



Фиг. 19. Зависимость $\lambda_1 - 3700$ от абсолютной величины для трех спектральных интервалов.

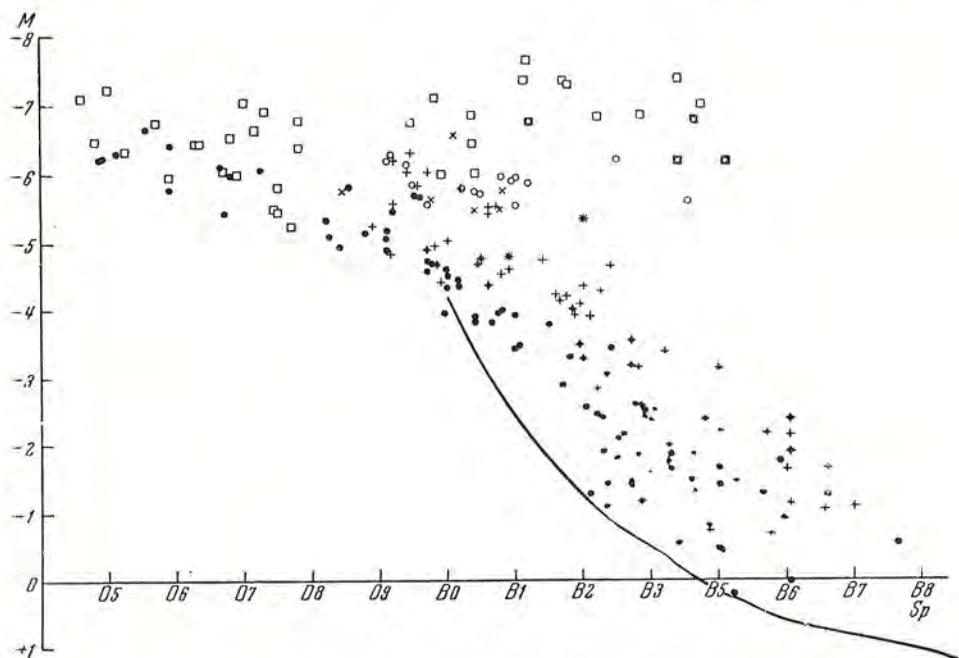
интервала указанная классификация теряет свой двумерный характер и превращается в линейную, до некоторой степени качественную классификацию.

§ 7. ПОСТРОЕНИЕ И ОБЩЕЕ ОБСУЖДЕНИЕ ДИАГРАММЫ СПЕКТР—АБСОЛЮТНАЯ ВЕЛИЧИНА

На основании полученных данных о спектральных классах и абсолютных величинах звезд O5—B7 (табл. 4) была построена общая диаграмма спектр—абсолютная величина. Были исключены лишь пекуляр-

ные звезды (в том числе и явные звезды Ве). Следует иметь в виду, что диаграмма построена по звездам О и В безотносительно к тому, входят ли они в какую-либо пространственную группировку или нет. Единственным условием включения звезд в наш список служило наличие измерений эквивалентных ширин линий поглощения.

Из рассмотрения общего вида диаграммы спектр—абсолютная величина для звезд О5—В7 (фиг. 20) можно сделать ряд важных заключений.



Фиг. 20. Диаграмма спектр—абсолютная величина для звезд О5—В7 из табл. 4. Печулярные звезды опущены.

Квадраты — Ia, Of; кружки — Ib; косые крестики — II; звездочки — II—III; крестики — III; крестики с точкой — IV; точки — V; сплошная линия — «линия нулевого возраста» из табл. 5, столбец 4.

А. Звезды О с эмиссией в спектрах, звезды Of в среднем ярче звезд О, имеющих чисто абсорбционный спектр (ОА) или имеющих слабую эмиссию, не обнаруживаемую на спектрограммах с умеренной дисперсией. Области, занимаемые на диаграмме звездами Of и ОА, в значительной степени накладываются друг на друга. В связи с этим отметим, что Слеттебак [40], сравнивая звезды Of и ОА, пришел к заключению о наличии корреляции между абсолютными величинами звезд Of и интенсивностью эмиссии N III, $\lambda\lambda$ 4634, 4641, в том смысле, что интенсивность эмиссии увеличивается с увеличением светимости звезды.

Это находится в соответствии с предположением Андерхилл о том, что звезды Of являются абсолютно наиболее яркими из звезд О [41], и выводами Вилсона об эмиссионных линиях в звездах О [42]. Однако до использования интенсивности эмиссионных линий N III в звездах

О5—О8 в качестве критерия абсолютных величин необходимо изучить следующий вопрос.

Имеется ряд указаний на то, что интенсивность эмиссии N III в звездах Of меняется со временем [43, 44]. Поэтому эмиссию N III в звездах Of нельзя использовать в качестве однозначного количественного критерия абсолютной величины звезды до тех пор, пока не будут выяснены законы изменения интенсивности эмиссии с течением времени. Во всяком случае, исходя из факта изменения силы эмиссии в звездах Of, можно, по-видимому, считать, что между звездами ОА и Of нельзя провести какой-либо резкой границы. Возможно, что все звезды О являются эмиссионными звездами, т. е. звездами Of, с той лишь разницей, что сила эмиссии определяется абсолютной величиной звезды и, кроме того, может быть еще подвержена влиянию других факторов, меняющихся со временем. Зависимость силы эмиссии от абсолютной величины звезды носит статистический характер, по-видимому, в силу нестационарности физических условий в атмосферах звезд О как в течение длительных отрезков времени порядка месяцев [44], так и в течение нескольких часов [43], а возможно и более коротких сроков. В этом отношении звезды Of не отличаются, по-видимому, от сверхгигантов спектральных классов, более поздних, чем О9 (см. например [45, 46]).

Нет звезд Of спектральных подклассов позже О8. Для появлений эмиссии в линиях N III, λ 4634, 4641 и He II, λ 4686 необходима очень высокая температура. Интересно, что в пределах спектральных подклассов О4,5—О8 нет ощутимой зависимости силы эмиссии от температуры.

При рассмотрении диаграммы создается впечатление, что звезды О образуют естественное продолжение главной последовательности в область самых ранних спектральных подклассов О. Абсолютные величины звезд О прогрессивно увеличиваются с продвижением к более ранним спектральным подклассам. Подтверждается ход абсолютных величин звезд ОА с изменением спектра, обнаруженный впервые достаточно отчетливо в [32]. Абсолютные величины звезд О5—О8,5 заключены в пределах от $-5^m.0$ до $-7^m.2$, в среднем $-6^m.2$. Звезды Of в среднем на $0^m.5$ — $0^m.7$ ярче, чем звезды ОА. Дисперсия абсолютных величин звезд О5—О8 довольно велика (порядка 2^m), поэтому при использовании средних абсолютных величин звезд О данного спектрального подкласса для большинства задач астрофизики или звездной астрономии будет вводиться большая ошибка.

Большинство изложенных выше выводов, вытекающих из рассмотрения диаграммы спектр—абсолютная величина для звезд О, расходятся с результатами, полученными Андерхилл [19, 47].

Отметим наиболее существенные расхождения.

а) Согласно Андерхилл, средняя абсолютная величина ранних звезд О равна $-4^m.7$. По нашим определениям она равна $-6^m.2$. Вопрос о различии средних абсолютных величин звезд Of и ОА в работе Андерхилл остается открытым.

б) Интенсивности водородных линий от H_β до H_9 — H_{11} могут служить надежным критерием при определении абсолютных величин звезд О, в том числе и наиболее ранних, включая О4,5—О5,0 (см. фиг. 13). Впервые определенные выводы относительно возможности нахождения абсолютных величин звезд О5—О8 по эквивалентным ширинам водородных линий были сделаны в [20]. Мы полагаем, что спектральные классы и абсолютные величины звезд О5—О8 могут быть определены с довольно высокой точностью по измеренным эквивалентным ширинам наиболее сильных линий поглощения в их спектрах — линий водорода, нейтрального и ионизованного гелия, причем достаточное число линий оказывается очень небольшим — не более 10—15.

Так как возможность определения абсолютных величин ранних О-звезд спектроскопическими методами представляется чрезвычайно важной, а результаты работ [19, 47], с одной стороны, и [20] и данной работы — с другой, в значительной мере противоречат друг другу, то этот вопрос заслуживает специального исследования. Необходимо дальнейшее развитие теории атмосфер ранних звезд О с целью изучения различных механизмов расширения линий и изучения относительной роли таких расширяющих факторов, как крупно- и мелкомасштабная турбулентия, термический эффект Доплера, эффект Штарка и др., и сравнение теории с результатами наблюдений.

Б. На диаграмме спектр—абсолютная величина обращает на себя внимание полное отсутствие звезд более ярких, чем $-5^m,8$ в спектральном интервале О7,8—О9,1. Едва ли это просто эффект случайности. Действительно, в этом же спектральном интервале содержится по крайней мере семь звезд О с абсолютными величинами от $-5^m,0$ до $-5^m,8$. В соседних спектральных интервалах такой же протяженности, О6,6—О7,8 и О9,1—В0,2, звезд ярче $-5^m,8$ оказывается 11 и 12 соответственно. Возможны два объяснения этого факта.

Во-первых, и это кажется на первый взгляд более естественным, интервалы равного размера в шкале спектральных классов могут быть и не равновеликими в шкале эффективных температур. Допустим, что интервалу О7,8—О9,1 (более одного подкласса) может соответствовать меньшее относительное изменение температуры, чем для соседних с ним интервалов. Тогда в обычной равномерной шкале спектральных классов этот интервал окажется искусственно растянутым, а число звезд, приходящихся на единицу длины интервала, окажется значительно уменьшенным. Однако последовательный анализ графиков изменения интенсивностей различных линий поглощения со спектральным классом говорит, как будто, против возможности такого объяснения. Во всяком случае, в шкале $\lg T_{eff}$ для интервала О8—О9 и соседних интервалов $\Delta \lg T_{eff}$ на их границах не могут различаться более чем в два раза. Следовательно, в случае достаточно плавного изменения истинного числа звезд в данных пределах абсолютной величины с температурой (спектральным классом), в интервале О7,8—О9,1 должно располагаться по крайней мере семь-восемь звезд с абсолютными величинами от $-5^m,8$ до $-7^m,2$.

Второе возможное объяснение наблюдаемого на диаграмме отсутствия ярких звезд в интервале 07,8—09,1 — это реальное отсутствие звезд данных характеристик. Другими словами, возможно, что последовательность звезд О ранних спектральных подклассов является естественным продолжением в сторону больших температур главной последовательности звезд О9 и более поздних, в то время как последовательность сверхгигантов Ia, Iab и Ib (абсолютные величины от $-5^m,5$ до $-7^m,5$) начинается только со спектрального подкласса О9 и простирается в сторону поздних спектральных классов вплоть до М. Однако между двумя вышеизложенными возможными объяснениями отсутствия звезд О8—О9 с $M < -5^m,8$ в настоящее время трудно сделать окончательный выбор. Ответить определенно на этот вопрос можно только после установления надежной шкалы эффективных температур звезд О и определения точных М и Sp для большего числа звезд О.

В. Главная последовательность (звезды класса светимости V в системе МК) и примыкающая к ней (частично налагающаяся) последовательность звезд-гигантов (класс светимости III) достаточно четко отделяются от полосы, образуемой звездами классов светимости Ia—Ib лишь для звезд более поздних, чем B1. В области спектральных подклассов О9,0—В1,0 сверхгиганты Ib, яркие гиганты II и наиболее яркие из звезд класса светимости III полностью перемешаны и имеют примерно одинаковые средние абсолютные величины. Ни о каком достаточно уверенном и безусловном разделении звезд на дискретные последовательности различных классов светимости в области спектральных классов О9—В1 не может быть и речи.

Точно так же внутри широких полос, образуемых звездами Ia—Ib и III—V спектральных классов В1 и более поздних, распределение звезд по абсолютным величинам таково, что полностью исключает однозначное безусловное разделение звезд на последовательности различных классов светимости. Поэтому классы светимости III, IV и V надо рассматривать, очевидно, лишь как условную качественную классификацию звезд «главной последовательности», т. е. широкой полосы звезд убывающей светимости по мере продвижения к более поздним спектральным подклассам В, на звезды верхней части полосы (более яркие — III), средней части полосы (средней светимости — IV) и нижней части полосы (более слабые — V). То же самое следует сказать и о совокупности звезд-сверхгигантов классов светимости Ia—Ib. В области спектральных классов О9,0—В1,0 обе указанные полосы частично накладываются друг на друга.

Г. Как мы уже отмечали выше, диаграмма спектр — абсолютная величина (фиг. 20) построена нами для звезд ранних спектральных классов безотносительно к факту их принадлежности к тем или иным конкретным пространственным группировкам.

Следовательно, если звезды различных пространственных группировок имеют различный возраст и эволюционируют различными путями, то построенная диаграмма относится к смеси звезд ранних спектральных классов различного происхождения и разного возраста.

Поэтому сравнение общей диаграммы спектр — абсолютная величина для ранних звезд с соответствующими диаграммами для определенных пространственных группировок, звезды которых в каждом данном случае имеют общее происхождение, а возможно и одинаковый возраст, представляет большой интерес. Такое сравнение особенно важно с точки зрения сопоставления различного рода гипотез о происхождении, направлении и темпах эволюции горячих звезд различных спектральных классов и светимостей.

Основная задача сравнения диаграмм спектр — абсолютная величина для различных пространственных группировок заключается в обнаружении различия не только в общем виде, но и в нульпункте зависимостей спектр — абсолютная величина.

Согласно современным представлениям о характере и направлении эволюции звезд, такие различия могут быть следствием различного возраста звезд в разных скоплениях и отчасти различного химического состава.

Поэтому при построении подобных диаграмм необходимо тщательное исключение всех возможных ошибок в определении истинных модулей расстояния до конкретных пространственных группировок.

Для ряда галактических скоплений и ассоциаций были построены диаграммы «спектр — видимая величина, исправленная за межзвездное поглощение».

В качестве стандартов были рассмотрены скопления и ассоциации, для которых можно было определить истинные модули расстояния способами, не зависящими от предположений о характере эволюции звезд [9, 31].

Спектральные классы определялись по величине Q (см. § 6) или по нормальному показателю цвета $(B-V)_0$, найденному по двухцветной диаграмме $U-B$, $B-V$.

Гиады. Модуль расстояния $m_0-M=3^m0$ известен достаточно точно из астрометрических данных [48]. Диаграмма цвет — видимая величина построена по материалам работ [31, 48].

Плеяды. $m_0-M=5^m4 \pm 0^m2$. Найден совмещением главной последовательности Плеяд в интервале $0^m70 < B-V < 0^m82$ с главной последовательностью Гиад. В пределах ошибок определения m_0-M совпадает с найденным геометрически [49].

Движущееся скопление вблизи α Персея. Групповой параллакс взят по определениям Блау [37]. $m_0-M=5^m5 \pm 0^m2$.

NGC 2362. Входящая в состав скопления звезда 30 τ СМа (O9 III) по нашим определениям (табл. 4) имеет $M=-6^m00 \pm 0^m07$; $m=4^m40$; $A_{vis}=0^m4 \pm 0^m1$. Спектрально-двойная, но спектр слабой компоненты не виден. $\Delta m \sim 2^m$ или более. Тогда m_0 не больше чем 4^m1 , и $m_0-M=10^m1 \pm 0^m2$.

Орион I. Для девяти звезд, входящих в Орион I, по найденным нами M (табл. 4) и по видимым величинам V [50], исправленным за межзвездное поглощение, найден $m_0-M=7^m70 \pm 0^m06$.

η, γ Персея. $m_0-M=11^m75 \pm 0^m10$. Найден по двум звездам HD 13854 (B1 Iab, $M=-6^m75$, $V=6^m49$) и HD 14134 (B3 Ia, $M=-6^m83$,

$V = 6^m55$). M из табл. 4; $A_{vis} = 1^m6$. По сверхгигантам Ia и Ib (10 и 6 звезд, M принято -7^m05 и -5^m85 согласно табл. 4); $m_0 - M = 11^m8$. Принято $\overline{m_0} - \overline{M} = 11^m75$.

Фотометрические и спектроскопические данные для построения диаграмм (Sp, m_0) для указанных группировок взяты из следующих источников: Плеяды [36, 51]; α Персея [52, 53]; NGC 2362 [2]; Орион I [50, 54]; h, χ Персея [9, 55].

Построение сводной диаграммы спектр — абсолютная величина для указанных пяти группировок горячих звезд (фиг. 21) и сравнение ее с общей диаграммой (фиг. 20) даст возможность сделать следующие выводы.

Общая диаграмма спектр — абсолютная величина (фиг. 20) есть, очевидно, результат наложения отдельных участков диаграмм спектр — абсолютная величина для группировок, к которым относятся рассмотренные нами звезды (табл. 4, столбец 7). Значительная часть звезд более поздних, чем B2, может относиться к общему галактическому полю горячих звезд, состоящему из членов сильно разреженных или некогда распавшихся группировок.

Естественно, нельзя требовать полного соответствия между диаграммой фиг. 20, составленной из смеси звезд по крайней мере трех-четыре десятков конкретных группировок и звезд фона, и диаграммой фиг. 21, образованной всего лишь по пяти группировкам.

Диаграмма фиг. 21 позволяет определить «линию нулевого возраста» [9, 56] — зависимость между эффективной температурой (спектральным классом) и светимостью для звезд, только что закончивших процесс гравитационного сжатия [57].

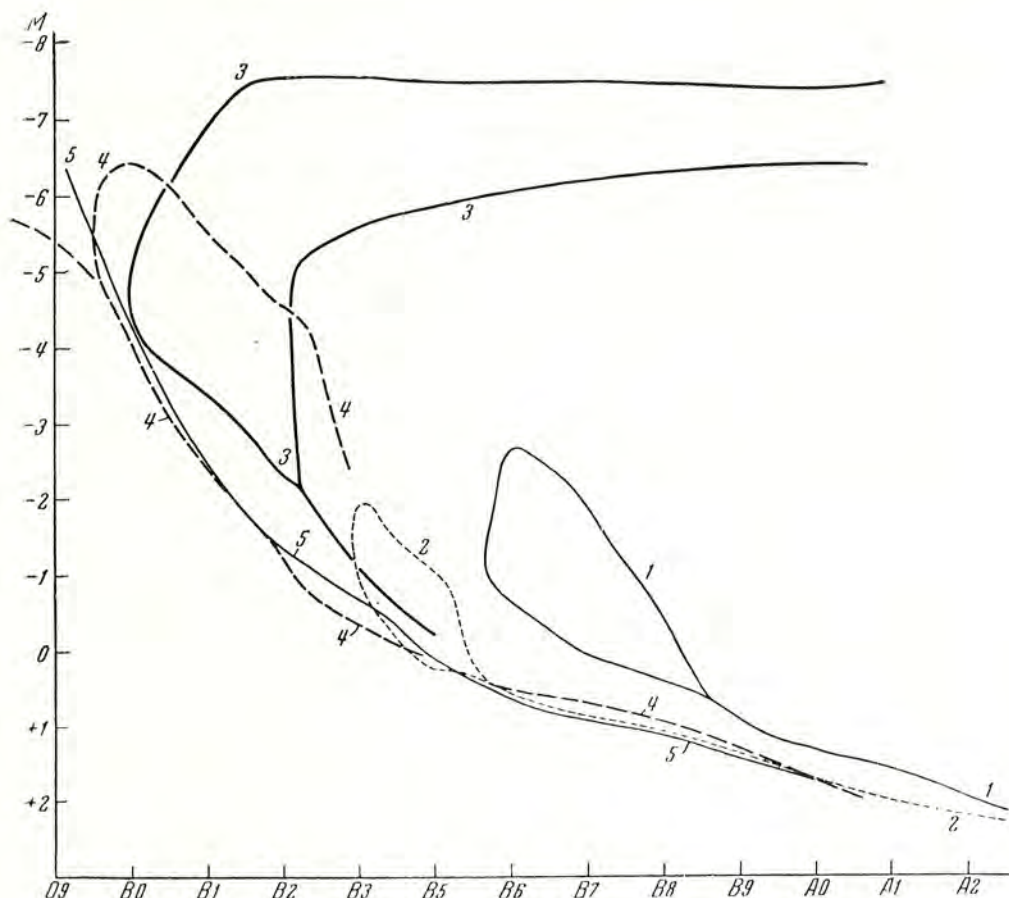
Т а б л и ц а 5

Спектр	Абсолютная величина			Спектр	Абсолютная величина		
	[9]	[56]	эта работа		[9]	[56]	эта работа
B0,0	$-4,1$	—	$-4,20$	B9,0	$+1,0$	$+1,20$	$+1,40$
B0,5	$-3,6$	—	$-3,20$	A0,0	$+1,6$	$+1,62$	$+1,75$
B1,0	$-3,1$	—	$-2,45$	A1,0	$+1,8$	$+1,85$	$+2,00$
B1,5	$-2,6$	-2^m40	$-1,80$	A2,0	$+2,0$	$+2,00$	$+2,20$
B2,0	$-2,0$	$-1,85$	$-1,30$	A3,0	$+2,2$	$+2,10$	$+2,35$
B2,5	$-1,7$	$-1,45$	$-0,80$	A5,0	$+2,5$	$+2,35$	$+2,60$
B3,0	$-1,5$	$-1,10$	$-0,50$	A7,0	$+2,7$	$+2,58$	$+2,75$
B5,0	$-0,9$	$-0,35$	$+0,15$	F0,0	$+3,2$	$+3,10$	$+3,15$
B6,0	$-0,5$	$+0,05$	$+0,60$	F2,0	$+3,6$	$+3,40$	$+3,65$
B7,0	$-0,2$	$+0,35$	$+0,85$	F5,0	$+4,0$	$+3,83$	$+4,10$
B8,0	$+0,5$	$+0,70$	$+1,05$				

Параметры «линии нулевого возраста» — истинной (original) главной последовательности — приведены в табл. 5, столбец 4. Полученная нами последовательность проходит несколько ниже, чем это найдено в [9, 56] (табл. 5, столбец 2 и 3).

На диаграмме фиг. 20 истинная (original) главная последовательность проведена сплошной линией. Она представляет собой нижнюю границу

полосы, образуемой звездами классов светимости III—V. Этого, впрочем, и следовало ожидать. Значительная часть звезд классов III—V на фиг. 20, особенно звезд B2 и более поздних, является звездами общего галактического поля. В соответствии с существующими гипотезами и представлениями об эволюции звезд плоской составляющей Галактики, звезды поля должны иметь, вообще говоря, бóльший возраст и бóльшие свети-



Фиг. 21. Диаграмма спектр — абсолютная величина для пяти группировок горячих звезд.

1 — Плеяды; 2 — скопление α Персея; 3 — h, χ Персея; 4 — Орион I; 5 — NGC 2362.

мости, чем звезды данного спектрального класса в галактических скоплениях и ассоциациях.

Дисперсия звезд в различных точках главной последовательности для отдельных скоплений (для тех участков, где, как можно полагать, звезды закончили гравитационное сжатие) оказывается очень малой, порядка $\pm 0^m.2$ и меньше.

Полоса же, образованная на диаграмме фиг. 20 звездами классов светимости III—V, имеет значительно бóльшую дисперсию, порядка $\pm 1^m.0$.

Отсюда можно сделать вывод, что значительная дисперсия «главной последовательности» горячих звезд в окрестностях Солнца (полосы

звезд III—V) есть следствие различного возраста звезд, входящих в эту последовательность [59].

Для звезд спектральных классов более поздних, чем A0, подобный вывод получен ранее в [31]. Звезды позднее, чем F5, в окрестностях Солнца — смесь звезд всех возрастов от 0 до $5 \cdot 10^9$ лет, со средним возрастом порядка $2\text{—}3 \cdot 10^9$ лет. Для звезд изученных нами спектральных классов, B7 и более ранних, средний возраст звезд должен быть значительно меньше. Согласно [51], возраст звезд ранее B7 должен быть не более $2 \cdot 10^8$ лет.

Заканчивая описание и общую интерпретацию построенной диаграммы спектр—абсолютная величина для звезд O5—B7, отметим, что пополнение наблюдательного материала для изученного интервала и применение изложенной методики определения спектральных классов и абсолютных величин к звездам более поздних спектральных классов, вплоть до F0 — наиболее раннего спектрального класса в работе [6], несомненно приведет к дальнейшему уточнению выводов о структуре диаграммы спектр—абсолютная величина для горячих звезд, сделанных в настоящей работе.

В заключение автор считает своим долгом выразить глубокую признательность чл.-корр. АН СССР профессору Э. Р. Мустелю за руководство работой и Г. Н. Шараповой за большую техническую помощь.

Л и т е р а т у р а

1. W. W. Morgan, P. C. Keenan, E. Kellman. An atlas of stellar spectra. Astrophys. Monographs, Chicago Univ. Press, 1943.
2. H. L. Johnson, W. W. Morgan. Ap. J., 117, 313, 1953.
3. O. J. Eggen. Ap. J., 60, 401, 1955.
4. А. С. Шаров. Диссертация, МГУ, 1955.
5. В. Б. Никонов, С. В. Некрасова, Н. С. Полосухина, Д. Н. Рачковский, К. К. Чуваев. Изв. Крымской астрофиз. общ., 17, 42, 1957.
6. Э. Р. Мустель, Л. С. Галкин, Р. Н. Кумайгородская, М. Е. Боярчук. Изв. Крымской астрофиз. общ., 18, 3, 1958.
7. B. Strömgren a. K. Gyldenkerne. Ap. J., 121, 43, 1955.
8. O. C. Wilson a. M. K. Vainu Bappu. Ap. J., 125, 661, 1957.
9. H. L. Johnson, W. A. Hiltner. Ap. J., 123, 267, 1956.
10. M. F. Walker. Ap. J. Suppl., 2, 365, 1956.
11. M. F. Walker. Ap. J., 125, 636, 1957.
12. W. W. Morgan, D. L. Harris. Vistas in Astronomy, 2, 1124. London, Pergamon Press, 1956.
13. D. Chalonge et L. Divan. Ann. astrophys., 15, 201, 1952.
14. M. Hack. Ann. astrophys., 16, 1, 1953.
15. E. G. Williams. Ap. J., 83, 279, 1936.
16. E. G. Williams. Ap. J., 83, 305, 1936.
17. R. M. Petrie. Publ. Domin. Astrophys. Obs., 7, 321, 1947.
18. A. B. Underhill. Contrib. Domin. Astrophys. Obs., № 35, 1953.
19. A. B. Underhill. Publ. Domin. Astrophys. Obs., 10, 169, 1956.
20. И. М. Комолов. Изв. Крымской астрофиз. общ., 16, 129, 1956.
21. R. M. Petrie a. C. D. Maunsell. Publ. Domin. Astrophys. Obs., 8, 253, 1950.
22. R. M. Petrie. Publ. Domin. Astrophys. Obs., 9, 251, 1953.

23. R. M. Petrie. *Vistas in Astronomy*, 2, 1346, London, Pergamon Press, 1956.
24. И. М. Копылов. Настоящий том, стр. 123.
25. K. O. Wright. *Trans. I. A. U.*, 9, 527, 1957.
26. W. W. Morgan, D. L. Harris a. H. L. Johnson. *Ap. J.*, 118, 92, 1953.
27. H. L. Johnson. *Ann. astrophys.*, 18, 292, 1955.
28. W. W. Morgan, A. D. Code a. A. E. Whitford. *Ap. J.*, Suppl., 2, № 4, 41, 1955.
29. P. C. Keenan a. W. W. Morgan. *Astrophysics*, ed. J. A. Hynek, N. Y., 1951.
30. H. L. Johnson. *Ap. J.*, 120, 325, 1954.
31. H. L. Johnson, C. F. Knuckles. *Ap. J.*, 122, 209, 1955.
32. И. М. Копылов. Изв. Крымской астрофиз. общ., 15, 153, 1955.
33. J. Stebbins, C. M. Huffer a. A. B. Whitford. *Ap. J.*, 91, 20, 1940.
34. И. М. Копылов. Изв. Крымской астрофиз. общ., 18, 41, 1958.
35. И. М. Копылов. *Астр. журн.*, 35, 390, 1958.
36. E. E. Mendoza. *Ap. J.*, 123, 54, 1956.
37. A. Blaauw. *Ap. J.*, 123, 408, 1956.
38. V. M. Blanco. *Ap. J.*, 123, 64, 1956.
39. H. F. Weaver. *Ap. J.*, 116, 612, 1952.
40. A. Slettebak. *Ap. J.*, 124, 173, 1956.
41. A. B. Underhill. *Ap. J.*, 110, 340, 1949.
42. R. Wilson. *Observatory*, 75, 222, 1955.
43. J. B. Oke. *Ap. J.*, 120, 22, 1954.
44. G. Mannino et J. Humblet. *Ann. astrophys.*, 18, 237, 1955.
45. Э. С. Бродская. Изв. Крымской астрофиз. общ., 6, 84, 1951.
46. H. A. Abt. *Ap. J.*, 126, 138, 1957.
47. A. B. Underhill. *Publ. Domin. Astrophys. Obs.*, 8, 385, 1951.
48. O. Heckmann, H. L. Johnson. *Ap. J.*, 124, 477, 1956.
49. L. Gratton. *Zs. f. Ap.*, 15, 48, 1938.
50. St. Sharpless. *Ap. J.*, 116, 251, 1952; *Ap. J.*, 119, 200, 1954.
51. R. J. Mitchell, H. L. Johnson. *Ap. J.*, 125, 414, 1957.
52. N. G. Roman a. W. W. Morgan. *Ap. J.*, 111, 426, 1950.
53. D. L. Harris III. *Ap. J.*, 123, 371, 1956.
54. H. L. Johnson. *Ap. J.*, 126, 134, 1957.
55. H. L. Johnson a. W. W. Morgan. *Ap. J.*, 122, 429, 1955.
56. H. L. Johnson. *Ap. J.*, 126, 121, 1957.
57. L. G. Henyey, R. L. Levier, R. D. Levee. *Publ. A. S. P.*, 67, 154, 1955.
58. W. A. Hiltner. *Ap. J.*, Suppl., 2, № 24, 1957.
59. M. Schönberg, S. Chandrasekhar. *Ap. J.*, 96, 161, 1942; A. R. Sandage, M. Schwarzschild. *Ap. J.*, 116, 463, 1952; R. J. Tayler. *Ap. J.*, 120, 332, 1954; *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, 116, 25, 1956.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ, ЗВЕЗДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА 3915 СЛАБЫХ ЗВЕЗД В ПЛОЩАДКЕ С ЦЕНТРОМ $18^h 10^m, -15^\circ 00'$ (1950)

И. П. Проник

Для изучения звездной и пылевой составляющей Галактики, а также для выявления возбуждающих звезд галактических туманностей Г. А. Шайном [1] в Крымской астрофизической обсерватории была поставлена работа по классификации спектров, определению звездных величин и показателей цвета слабых звезд до $12^m.2$, полученных с малой дисперсией. Часть намеченных работ уже выполнена [2—7]. Настоящий каталог представляет собой часть этой работы; он охватывает область на небе от $17^h 56^m$ до $18^h 30^m$ по α и от $-10^\circ 30'$ до $-19^\circ 00'$ по δ (1950).

Наверху каждой страницы каталога приводятся часы и минуты прямого восхождения, а также номера первой и последней звезд страницы. В столбцах помещены следующие данные:

- 1) сотые доли минут прямого восхождения звезд — α (1950);
- 2) склонения звезд δ (1950); знак минус перед δ опущен;
- 3) спектральный класс (Sp);
- 4) величины звезд (m_{pg}) в системе звездных величин, очень близкой к международной фотографической;
- 5) показатели цвета $C = m_{pg} - m_{pr}$ (m_{pr} — в системе звездных величин, близкой к фотокрасной);
- 6) номера звезд по каталогу BD или HD; знак минус перед номером зоны BD опущен.

Неуверенные значения координат, спектральных классов, звездных величин и показателей цвета сопровождаются значком «:», некоторые значения звездных величин и показателей цвета даны с точностью до десятой доли звездной величины (среди последних, возможно, есть переменные). К звездам, отмеченным звездочками, имеются примечания в конце каталога. В примечаниях приняты следующие сокращения:

- A — каталог Айткена [8];
- R — каталог Росситера [9];
- K3П — каталог звезд, заподозренных в переменности [10];
- MW — каталог фотографических величин звезд в избранных площадках № 1—139 Сирса, Кантейна и ван Рейна [11].

Переменные звезды отождествлены из каталога [12] и дополнения № 1 к нему. Величины самых ярких звезд (набраны жирным прифтом) взяты из каталога [13]. Для всех звезд, для которых известны спектральные классы в системе МК, они взяты из каталогов [14—16, 22, 25, 26] (также набраны жирным прифтом). Звезды, имеющиеся в списках Меррилла и Бурвелла [17], отмечены буквой «e».

Каталог сопровождается картами, полученными с обычных фотографических снимков (координатная сетка относится к 1950).

SPECTRAL CLASSES, STELLAR MAGNITUDES AND COLOUR INDICES OF 3915 FAINT STARS IN AN AREA WITH THE CENTER $\alpha = 18^{\text{h}}10^{\text{m}}$, $\delta = -15^{\circ}00'$ (1950), by *I. I. Pronik*. — For studying the stellar and dust components of the Galaxy and also to reveal the stars, which excite galactic nebulae, G. A. Shajn [1] compiled a plan of investigations — the classification of spectra taken with small dispersion and the determination of stellar magnitudes and colour indices of faint stars up to $12^{\text{m}}.2$. Part of the plan has already been completed [2–7]. The present catalogue is also a part of this work, the region $17^{\text{h}}56^{\text{m}} < \alpha < 18^{\text{h}}30^{\text{m}}$, $-10^{\circ}30' > \delta > -19^{\circ}00'$ (1950) being studied.

At the top of each page of the catalogue the right ascension in hours and minutes and also the numbers of first and last star on the page are given. In the columns the following may be found:

- 1) the hundredths of a minute of right ascension of a star α (1950);
- 2) the declination of the star δ (1950). The sign minus before the declination has been dropped;
- 3) the spectral class (Sp);
- 4) the magnitude of the star (m_{pg}) in a system which is very close to the International Photographic System;
- 5) the colour index $C = m_{pg} - m_{pr}$ (m_{pr} — in a system of stellar magnitudes close to the photored);
- 6) the number according to BD or HD, the sign minus of the zone BD is dropped.

Uncertain coordinates, spectral classes, stellar magnitudes and colour indices are marked «:». Some values of stellar magnitudes and colour indices are given with an accuracy of the tenth of a magnitude (it is possible that some of these stars are variables). Remarks are given at the end of the catalogue for stars marked by asterisks. In the remarks the following abbreviations are used:

- A — Aitken's catalogue [8];
- R — Rossiter's catalogue [9];
- K3П — the catalogue of stars with suspected variability [10];
- MW — the catalogue of photographic magnitudes of stars in selected areas 1–139, Seares, Kapteyn and van Rhijn [11].

The variables have been identified with the help of catalogue [12] and supplement 1. The magnitudes of the brightest stars (bold type) were taken from catalogue [13]. Stars, whose spectral class is known in the MK standard, were taken from catalogues [14, 15, 16, 22, 25, 26] (bold type). Stars found in the lists of Merrill and Burwell [17] are marked by «e».

The catalogue is accompanied by maps, obtained from the photographs. The coordinates are given for 1950.

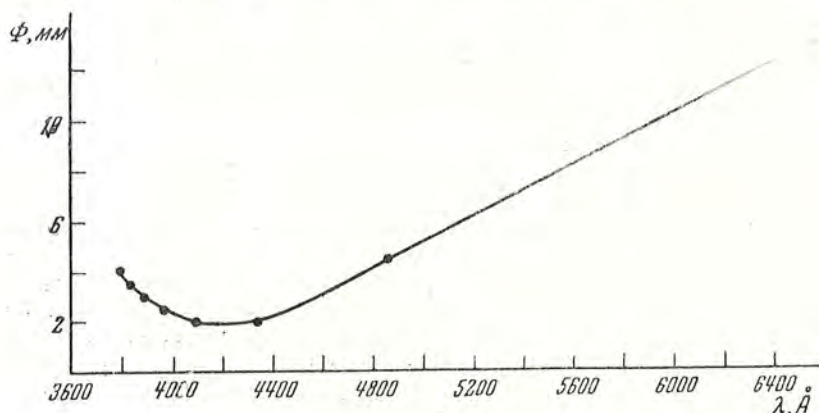
§ 1. КООРДИНАТЫ

Координаты звезд определялись по картам с помощью палетки, как описано в [6]. Координатная сетка строилась по звездам каталогов [13, 18]. Для проверки точности координат были выписаны дополнительно звезды из каталога [13], с таким расчетом, чтобы они равномерно заполнили всю область. Ошибка определения δ составляет $\pm 0.5'$, ошибка определения α — $\pm 0.03''$. Для облегчения отождествления звезд в конце каталога помещаются карты. В некоторых местах координатной сетки есть небольшие систематические различия в нанесении координатных линий по сравнению с каталогом [18]. Эти различия не исправлены, так как координаты и карты приводятся только для отождествления звезд.

§ 2. СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ ЗВЕЗД

Пластинки для классификации спектров звезд получены на 16" астрографе с объективной призмой, как описано в [2, 4, 6, 7]. Было получено и просмотрено 18 пластинок с экспозициями от 2^h0 до 5^m. Большая часть пластинок сфокусирована на полосу G, остальные — на линию K Ca⁺ (см. хроматическую кривую 16" астрографа на фиг. 1).

При выработке критериев классификации звезд был использован каталог HD, а также атлас звездных спектров Моргана, Кинена и



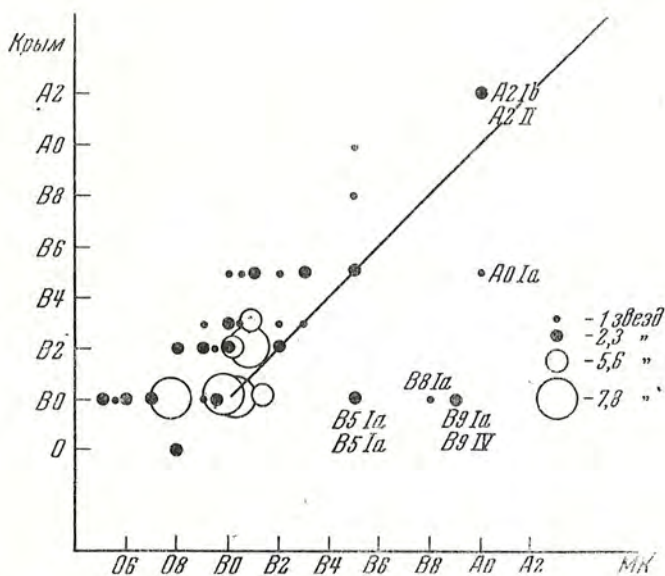
Фиг. 1. Хроматическая кривая 16" астрографа.

Φ — фокусное расстояние для различных длин волн.

Келман [19]. Критерии классификации получились близкими к [2, 4]. Однако необходимо заметить, что для разделения классов O от B0 и B0 от B2 не получилось четких критериев, хотя в каталоге они и выделены в отдельные подклассы; ошибка в их определении больше 0,2 спектрального подкласса (см. фиг. 2). В звездах A—F в отличие от [4] интенсивность линии K Ca⁺ равна интенсивности линий H Ca⁺ + H₂ в подклассе F0.

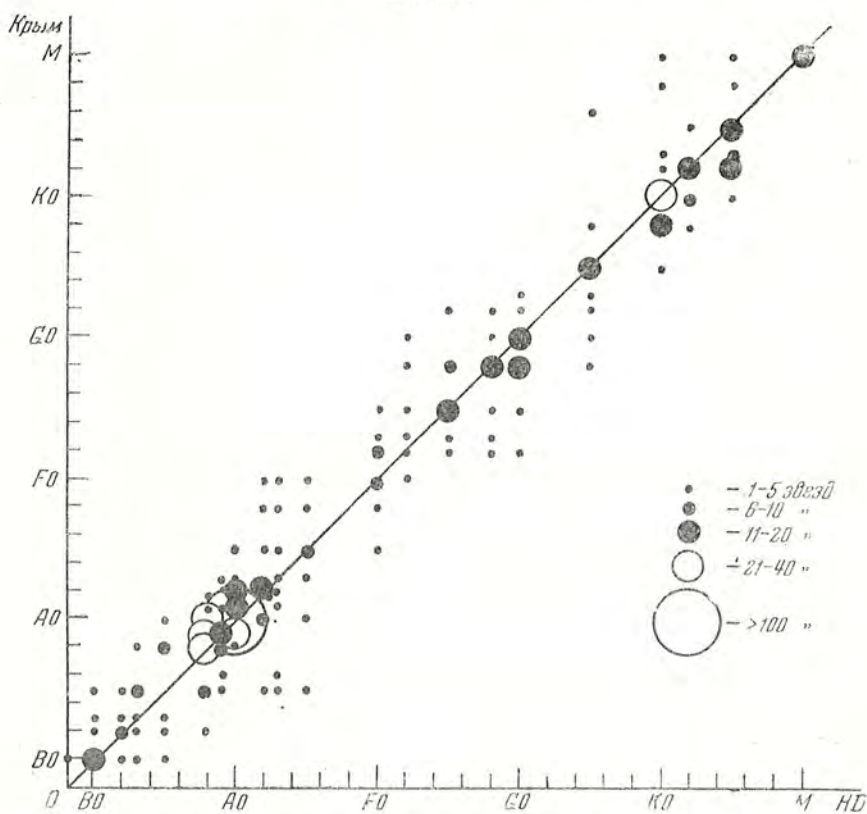
Каждое значение спектрального подкласса звезды, приведенное в третьем столбце каталога, получено в результате просмотра не менее трех пластинок. Ошибки в определении среднего значения спектрального подкласса составляют $\pm 0,2$ спектрального класса. На фиг. 3 приведено сравнение классификации данного каталога с классификацией каталога HD — видны систематические расхождения для звезд K, ранних A и поздних B. Необходимо отметить, что классификация спектров звезд была затруднена плохими изображениями спектров, так как исследуемую область нельзя было фотографировать выше, чем при зенитном расстоянии 60°.

Оценка классов светимости не производилась из-за низкого качества спектральных пластинок. Возможно, что это удастся сделать при обсуждении данных каталога с привлечением дополнительного наблюдательного материала. Несколько звезд спектрального класса A в каталоге все же отмечено буквой «s», а звезд F — буквой «g».



Фиг. 2. Сравнение оценок спектров звезд О и ранних В с оценками в системе МК.

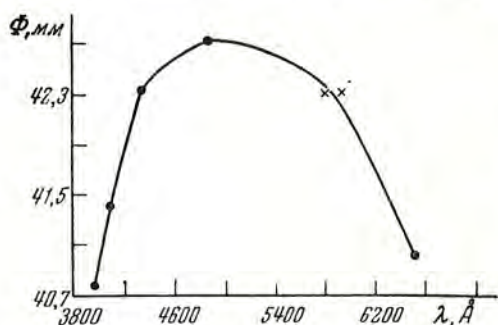
Для отдельных звезд указаны спектральные классы и классы светимости.



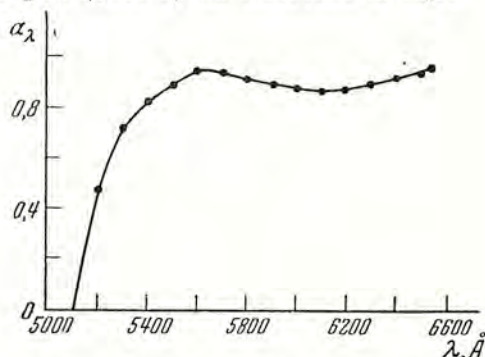
Фиг. 3. Сравнение спектральных классов по каталогу HD с определениями автора.

§ 3. ЗВЕЗДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА

Для определения величин звезд были получены пластинки при помощи камеры с объективом типа «Догмар» [2, 3, 4, 6, 7]. Объектив ахроматизован в визуальной области (фиг. 4). Без фильтра на пластинках Agfa Astro Platten фотографировались звезды для определения фотографических величин. С оранжевым фильтром (фиг. 5) на пластинках Agfa

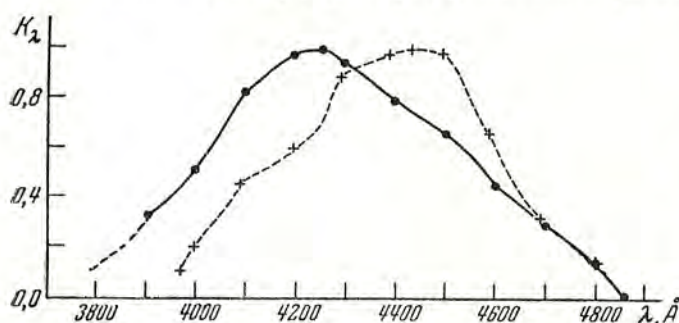


Фиг. 4. Хроматическая кривая объектива типа «Догмар». Крестиками отмечены фокусные расстояния для цветов, длины волн которых не были точно известны.



Фиг. 5. Кривая пропускания оранжевого фильтра OC12.

Astro Platten panchromatisch фотографировались звезды для определения величин, близких к фотокрасным (m_{pr}). Представление о спектральных областях, используемых для определения звездных величин, дают фотографии спектров звезд, полученные на той же камере с призмой перед объективом. Спектры фотографировались в рабочих фокусах (фиг. 6, 7).



Фиг. 6. Распределение энергии по длинам волн в фотографических лучах.

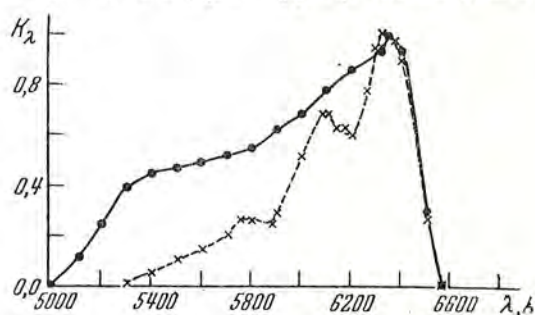
Точки — для α Lyr (A0); крестики — для α Ori (M2).

Качество объектива вблизи оптической оси исследовалось с диафрагмой Гартмана фотографическим методом. Диаметр кружка рассеяния обусловленного сферической аберрацией и астигматизмом, взвешенный по зонам [20] для фотографических лучей, получился немного

меньше 0,02 мм, а для фотокрасных лучей — значительно меньше 0,01 мм. Из-за хроматизма объектива и атмосферного дрожания изображение звезды обычно бывает значительно больше. Такое качество объектива сохраняется в пределах $\pm 2,5$ от оптической оси. На расстояниях от оптической оси объектива больше $\pm 2,5$ ошибки объектива и виньетирование приводят к появлению ошибки поля.

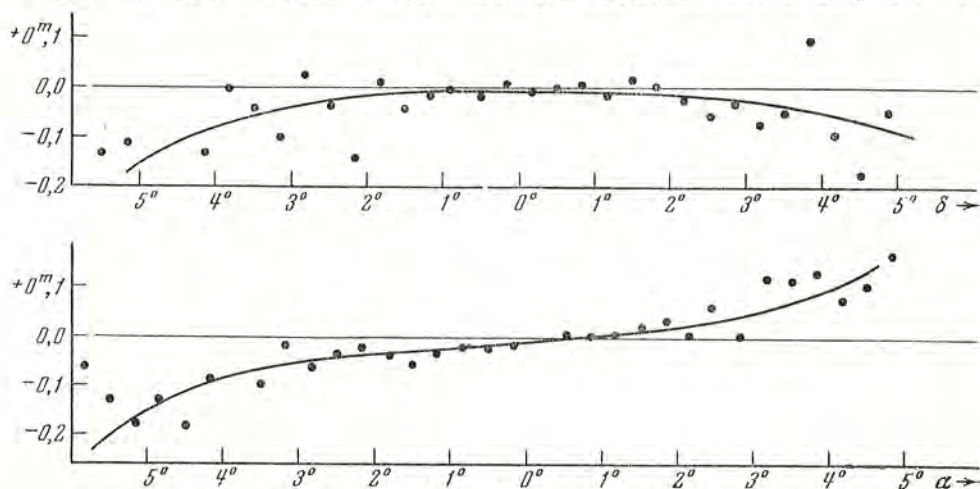
а. Ошибка поля. Для исследования ошибки поля и в фото-

графических, и в фотокрасных лучах фотографировались скопления Плеяды, Гиады и Волосы Вероники. Обычно скопление фотографировалось на пластинке 8—12 раз, каждый раз центр пластинки смещался на 1° по α или по δ . В каждую группу наблюдений входило по четыре пластинки: на одной пластинке α центра возрастает, на другой — уменьшается, на третьей δ центра возрастает, на четвертой — уменьшается. Таких групп наблюдений было пять-шесть для разных лучей. В результате измерений звездных величин звезд, смещенных относительно центра пластинки, по отношению к величинам в центре были составлены редукции к измерениям на краях (фиг. 8 и 9). Для слабых звезд редукции, по-видимому, не отличаются от редукций для ярких звезд, только случайная ошибка определений их значений больше. При рассмотрении фиг. 8 и 9 надо иметь в виду, что направления α и δ на пластинках в разных лучах соответствуют разным сечениям объектива, так как



Фиг. 7. Распределение энергии по длинам волн в красных лучах.

Точки — для α Lyr; крестики — для α Ori.

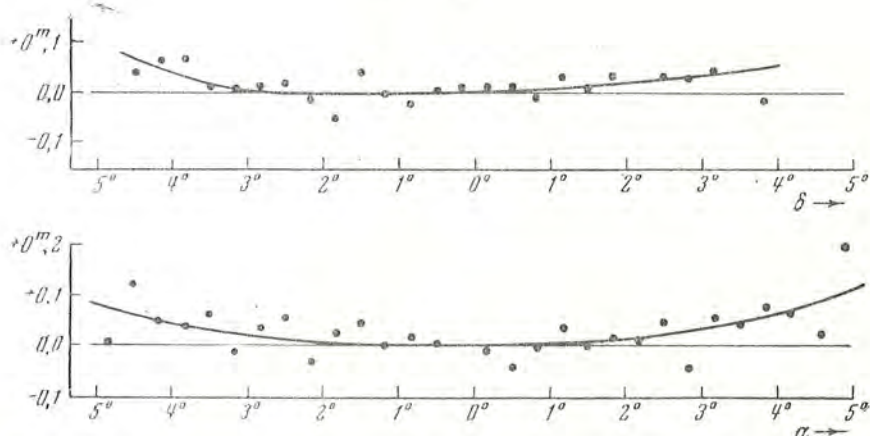


Фиг. 8. Изменение блеска звезды в звездных величинах на пластинке в направлении δ (вверху) и в направлении α (внизу) в фотографических лучах.

фокусировка камеры производится вращением объектива. Поправки к звездным величинам получились несимметричными относительно центра пластинки. Это может быть при плохой центрировке линз объектива. Последнее подтверждается при внимательном рассмотрении бликов от центрального пучка света, проходящего через объектив. В результате плохой центрировки линз ошибки в определении величин распределены неравномерно по полю пластинки. В правом верхнем квадранте ошибки наибольшие, что видно из каталога.

б. Атмосферное поглощение. Для учета атмосферного поглощения был грубо определен средний коэффициент поглощения для Симеиза

$$\alpha_{\lambda} = \frac{\Delta m}{\Delta M},$$



Фиг. 9. Изменение блеска звезды в фотокрасных лучах на пластинке.

Вверху — в направлении δ ; внизу — в направлении α .

де Δm — разность звездных величин на разных зенитных расстояниях, ΔM — разность воздушных масс на тех же зенитных расстояниях по Бемпорату [см. 20]. В результате измерений звездных величин звезд в Плеядах и KSA 41, сфотографированных на разных зенитных расстояниях, были найдены следующие α_{λ} :

Для фотографических лучей			Для фотокрасных лучей		
Дата		α_{pg}	Дата		α_{pr}
11—12.IX	1955 г.	0,40	3—4.VII	1956 г.	0,14
13—14.IX	1955 г.	0,36	20—21.VIII	1956 г.	0,14
23—24.IX	1955 г.	0,48			
17—18.VIII	1956 г.	0,49			
Среднее		0,48	Среднее		0,14

Полученные α_{λ} согласуются с определениями А. К. Алксниса [7].

в. Фотографические величины. Для определения фотографических величин были получены следующие пластинки (табл. 1).

В центре исследуемой области имеется стандартная площадка каталога [11] KSA 134. Величины звезд этой площадки от $7^m,8$ до $12^m,5$ послужили основой для определения фотографических величин звезд нашей области. Звезды KSA 134, для которых определялись спектры, отмечены в каталоге. Из рассмотрения этих звезд видно, что в интервале звездных величин от $7^m,8$ до $9^m,9$ звезд нет, поэтому проведение характеристической кривой в этой области было весьма ненадежно и возможны систематические ошибки в определении величин звезд около $9^m,0$.

Таблица 1

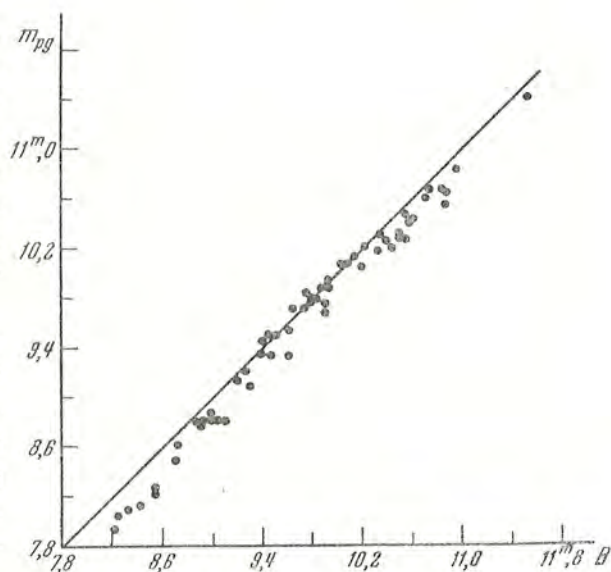
№ п/п	Дата	Экспозиция	Часовой угол середины экспозиции	Поправка нульпункта
		^m	^h ^m	^m
1	20—21.VIII 1952 г.	30	1 06	—0,06
2	24—25.VIII 1952 г.	30	1 59	—0,06
3	12—13.VIII 1953 г.	30	45	—0,03
4	5—6.VI 1953 г.	30	6	+0,01
5	11—12.VIII 1953 г.	10	1 50	+0,03
6	2—3.VI 1954 г.	10	28	+0,02
7	2—3.VII 1954 г.	10	27	—0,04
8	12—13.VIII 1953 г.	10	1 35	—0,06
9	1—2.VII 1956 г.	3	48	+0,10
10	1—2.VII 1956 г.	3	58	+0,10

Пластины измерялись, как указано в [4], при этом использовалась диафрагма, размер которой на пластинке соответствует 0,1 мм, небольшая часть звезд дополнительно измерялась с диафрагмой, соответствующей на пластинке 0,2 мм.

После учета ошибки поля на краях пластинок и учета дифференциального поглощения вдоль δ (приведения значений звездных величин к значениям в центре пластинки) рассматривались систематические разности между определениями по отдельным пластинкам, а

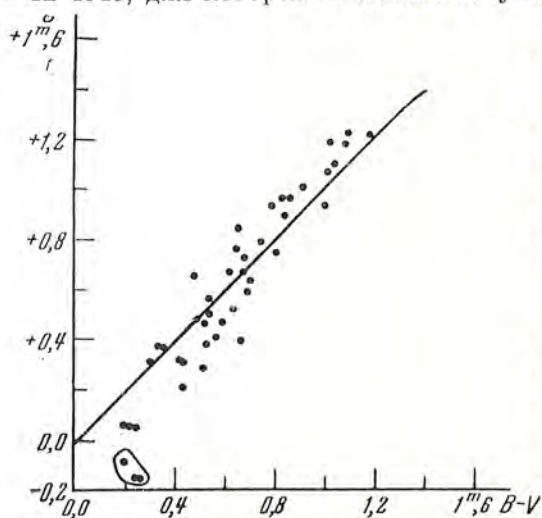
потом был найден средний нульпункт, как указано в [21]. Исследование зависимости этих разностей от звездной величины и спектрального класса показало, что в отдельных случаях такие зависимости наблюдаются (уравнения цвета и яркости между пластинками). Поправки к среднему нульпункту приведены в табл. 1. После всех этих операций были выведены средние значения звездных величин. Оказалось, что для каждой звезды имеется от трех до шести измерений, поэтому средние квадратичные ошибки определения среднего получились различными — до $\pm 0^m 08$. В среднем эта ошибка получается равной $\pm 0^m 03$ для всех звездных величин, кроме величин звезд около $8^m 0$, где она близка к $\pm 0^m 04$.

На фиг. 10 дано сравнение наших величин с величинами, полученными Хильтнером и Диконсоном в системе B [15, 22, 25]. Рисунок показывает, что соотношение между величинами m_{pg} и B не прямолинейно.



Фиг. 10. Сравнение величин m_{pg} со звездными величинами в системе B .

Возможно, что отклонение от прямолинейности связано с ошибкой шкалы звездных величин из-за неточного проведения характеристической кривой, как отмечалось выше. На графике не нанесена звезда BD—12°4949, для которой в каталоге получилось сильное расхождение с [22]



Фиг. 11. Сравнение показателей цвета $C = m_{pg} - m_{pr}$ с показателями цвета в системе $B - V$.

Обведены звезды, величины которых определены неуверенно в нашем каталоге.

в спектральном классе, величине и в цвете, причину которого выяснить не удалось. Детальное исследование связи нашей системы звездных величин с системой B и их расхождение для $9^m,5$ будет проведено в следующей работе.

К сожалению величины звезд слабее $11^m,2$, приведенные в каталоге, исследовать пока не удалось, хотя они представляют наибольший интерес для исследования. Но все-таки, исходя из фиг. 7 и 10, можно сказать, что система наших звездных величин не должна сильно отличаться от международной системы фотографических звездных величин.

г. Показатели цвета. Показатели цвета C получены как разность $C = m_{pg} - m_{pr}$.

Для определения звездных величин m_{pr} фотографии звезд получались, как указано выше. Из всех имеющихся пластинок были использованы следующие (табл. 2):

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Дата		Экспозиция	Часовой угол середины экспозиции	Поправка нульпункта
			h m	m	m
11	7—8.VI	1953 г.	1 30	40	0,00
12	9—10.VI	1953 г.	1 30	40	—0,08
13	11—12.VI	1953 г.	1 30	40	+0,02
14	2—3.VI	1954 г.	20	1 16	+0,08
15	2—3.VI	1954 г.	20	1 36	0,00
16	3—4.VI	1954 г.	20	1 27	+0,03
17	3—4.VI	1954 г.	20	1 11	—0,14
18	11—12.VII	1956 г.	20	8	—0,11
19	1—2.VIII	1956 г.	10	35	+0,02
20	1—2.VIII	1956 г.	10	50	+0,09
21	13—14.VIII	1956 г.	10	30	+0,12

Для каждой из этих пластинок получались с соответствующей экспозицией пластинки с KSA 41 в центре, для которой имеются определения фотовизуальных величин в каталоге Эльвиуса [23]. KSA 41 обычно фотографировалась так, что в центре экспозиции ее часовой угол был равен 5^h59^m , тогда ее зенитное расстояние было равно 60° .

Пластины измерялись так же, как и для фотографических величин. Для построения характеристической кривой использовались звезды KSA 41 каталога [23] спектральных подклассов B8—A2 со средним показателем цвета в интернациональной системе цветов $+0^m19$. Все эти звезды имели показатели цвета меньше $+0^m50$ за исключением одной, цвет которой равен $+0^m70$. Средние квадратичные ошибки определения среднего получились от 0^m00 до $\pm 0^m08$, в среднем — $\pm 0^m03$; для звезд 9^m0 эта ошибка равна $\pm 0^m04$.

Разности $C = m_{pg} - m_{pr}$ приводятся в каталоге в пятом столбце. Для звезд, общих с [15, 22], на фиг. 11 дано сравнение показателей цвета C звезд O и ранних B с показателями цвета $B-V$. Рисунок показывает, что показатели цвета C , как и следовало ожидать из фиг. 7, систематически больше показателей цвета $B-V$; они близки к показателям цвета, полученным Нассоу и Мак Реем [24].

Тема настоящей работы была предложена акад. Г. А. Шайном, при выполнении работы я получила от него много ценных советов и замечаний к работе. Я искренне благодарна Э. С. Бродской, А. К. Алкснису и Р. Н. Ихсанову за полезные обсуждения в процессе работы, а также Е. И. Иосько, О. П. Голландскому и С. И. Коркину за помощь при составлении каталога.

Л и т е р а т у р а

1. G. Shajn. Intern. Astron. Union, Draft Reports, Dublin Meeting, 1955, p. 308.
2. Э. С. Бродская. Изв. Крымской астрофиз. обс., 10, 104, 1953.
3. И. М. Копылов. Изв. Крымской астрофиз. обс., 10, 120, 1953.
4. Э. С. Бродская. Изв. Крымской астрофиз. обс., 14, 3, 1955.
5. Э. С. Бродская. Изв. Крымской астрофиз. обс., 16, 162, 1956.
6. А. Б. Нумерова. Изв. Крымской астрофиз. обс., 19, 230, 1958.
7. А. К. Алкснис. Труды астроф. лаборатории АН Латв. ССР, VII, 1958.
8. R. Aitken. New general catalogue of double stars, 1932.
9. R. Rossiter. Publ. Obs. Univ. Michigan, 11, 1955.
10. Б. В. Кукаркин и др. Каталог звезд, заподозренных в переменности. Изд. АН СССР, 1951.
11. F. Seares et al. Papers of the Mount Wilson Observatory, v. IV, 1930.
12. Б. В. Кукаркин и П. П. Паренго. Общий каталог переменных звезд. Изд. АН СССР, 1948.
13. F. Schlesinger and I. Barney. Trans. Astron. Obs. Yale Univ., 11, 12, 1940.
14. W. Morgan et al. Ap. J. Suppl., № 14, 1955.
15. W. Hiltner. Ap. J. Suppl., № 24, 1956.
16. R. Wilson. General catalogue of stellar radial velocities. Washington, 1956.
17. P. Merril, C. Burwell. Ap. J., 78, 389, 1933; 98, 153, 1943; 110, 387, 1949.
18. B. Boss. General catalogue of 33 342 stars for the epoch 1950, v. 5, 1937.
19. W. Morgan etc. An atlas of stellar spectra with an outline classification, 1942.
20. В. А. Амбарцумян и др. Курс астрофизики и звездной астрономии, I.
21. J. Ramberg. Stockholms obs. ann., 13, № 9, 1941.
22. W. Hiltner and H. Johnson. Ap. J., 124, 367, 1956.
23. T. Elvius. Stockholms obs. ann., 16, № 4, 5, 1951.
24. J. Nassau and D. McRae. Ap. J., 110, 40, 1949.
25. W. A. Hiltner. B. Iriarte. Ap. J., 122, 185, 1955.
26. W. P. Bidelman. Publ. A.S.P., 69, 326, 1957.

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	^o /		^m	^m	^o
,01	15 15,4	A0	11,76	0,62	15 4754
,08	14 07,5	G5	11,55:	1,80:	14 4835
,08	16 38,6	A0	11,02	0,40	
,90*	18 45,0	A0	9,89	0,21	163776
,11	16 20,2	A0	9,60*	—0,05	16 4673
,11	17 54,5	A0	11,30	0,70:	17 4974
,12	12 52,2	F2	11,24:	0,86:	12 4882
,12	17 46,7	K0	11,34	2,06	17 4975
,14	13 59,7	K0	11,62	1,90	13 4808
,16	14 53,8	G3	10,59	0,80	14 4836
,20	17 42,5	B8:	11,63	0,60	
,22	13 47,7	A3	10,60	0,48	13 4809
,23	15 13,7	A0	9,0		15 4752
,23	15 20,2	A0	9,90	0,05	15 4753
,28	12 49,3	F8	11,32	0,77	12 4883
,31	17 48,9	B9	10,68	0,58	17 4976
,35	12 07,7	K5	11,76:	2,46:	12 4884
,35	16 37,3	F0	11,81	0,80	
,48	14 52,8	A0	11,81	0,10	
,53	14 23,5	A0	10,12	0,16	14 4838
,55	18 12,3	A3	8,62	—0,01	18 4745
,56	17 24,0	A1	9...*		17 4978
,56	18 51,0	A1	11,21	0,68	312398
,58	14 25,0	A3	11,92	0,23	
,59	16 31,1	A8	11,42	0,86	16 4675
,60	13 42,5	F5	8,40		13 4810
,65	13 01,8	A5	8,75		13 4811
,67	17 46,2	A0	10,88	0,44	
,68	15 09,7	M	9,78		15 4756
,68	15 43,8	K2	11,88	1,98	15 4757
,73	16 15,0	G0	11,55	1,01	16 4676
,74	11 12,6	G2	11,53:	1,00:	11 4506
,75	14 11,8	G2	9,64	0,66	14 4839
,75	18 03,5	A0	11,17	0,50	312382
,77	16 04,6	B9	11,37	0,34	16 4674
,80	18 32,9	A0	10,74	0,51	18 4748
,88	18 33,0	A0	9,63	0,15	18 4749
,89	15 00,0	A0	11,80	0,18	
,90	12 20,8	G5	9,09		12 4885
,91	17 03,5	G5	11,27	1,21	17 4980
,92	13 46,0	F0	10,60*	0,67	13 4812
,95	13 23,6	F8	10,44	0,70	13 4813
,96:	15 57,2:	A0	12,00	0,28	
,98	18 49,5	A0	10,27	0,41	18 4750
,00	12 08,9	A5	9,1		12 4888
,14	15 29,3	A0	11,31	0,31	15 4759
,19	14 01,2	F3	11,41	0,60	13 4814
,19	11 33,2	A5	9,2*		11 4507
,20	15 13,3	A8	10,44	0,40	15 4760
,21	14 31,1	G0	10,32*	0,54	14 4841

α 1950	δ 1950	Sp	m_{PJ}	C	BD, HD, HDE
^m ,27	[°] 17 47,0	G0	^m 11,02:	^m 1,75:	[°] 17 4981
,28	15 59,9	A0	10,73	0,44	15 4761
,32	15 08,6	A0	11,75	0,19	
,35	14 48,3	B5 IV	7,92		14 4842
,35	17 05,4	A0	10,64	0,36	17 4982
,37	16 34,3	K0	8,57:		16 4678
,38	12 39,3	F0	9,91	0,08	12 4889
,38	14 01,6	F8	10,74	0,64	14 4843
,42	11 16,6	G0	11,05	0,72	11 4508
,48	12 09,2	A2:	11,87	0,52:	
,50	13 16,5	A0	12,0	1,00	13 4815
,52	14 13,3	K5	9,89		14 4845
,53	16 31,4	K0	11,34	1,94	16 4679
,54	14 52,5	A1	10,18	—0,02	14 4844
,56	15 51,5	B9	10,39	0,15	15 4763
,57	11 16,2	A5	9,56	—0,05	11 4510
,58	17 47,4	B5	9,83	0,13	17 4983
,64	12 59,2	B8	8,2		12 4890
,64	15 40,5	K2	11,94	2,08	15 4764
,65	15 22,0	K0	11,81	2,57	15 4765
,65	18 34,5	A0	8,3		18 4751
,66	15 14,8	F2	11,31	0,58	
,73	13 12,4	K5	12,13	2,84	13 4817
,76	17 56,5	B8	11,30	0,31:	17 4984
,78	15 01,0	G3	11,45	0,99	14 4847
,80	14 54,4	A2	10,82:	—0,01:	14 4846
,82	13 21,4	A0	11,27	0,31	13 4818
,82	15 07,7	G	11,27	0,76	
,82	15 48,6	B0,5 IV	8,78:	—0,08:	15 4767
,84	15 04,5	B8	8,84:	—0,39:	15 4768
,86	17 20,8	B	11,39	0,72	312453
,86	18 11,8	K0	10,94	1,78	18 4752
,87	13 24,3	B9	10,85	0,37	13 4819
,90	13 47,2	B8	7,97		13 4820
,91:	15 17,0:	A1	8,1		15 4769
,92	15 25,8	A0	11,63	0,31	
,95	18 45,2	A0	10,41	0,46	18 4754
,01	18 58,1	A0	9,53:	0,19:	18 4753
,04	15 49,2	G0	11,07*	0,75	15 4770
,08	11 53,1	F0	12,14	0,72	
,08	13 21,2	K0	11,4	1,2	13 4821
,09	15 36,7	F8	11,68	0,77	
,12	10 57,0	A0	11,15:	0,34:	10 4580
,13	13 21,0	A2	11,03	0,57	13 4823
,13	15 49,8	G0	11,52	0,79	15 4771
,18	15 41,6	A8	11,68	0,55	
,18	16 51,3	G0	11,81	1,25	
,19	11 42,7	B8	11,44	0,64:	11 4512
,19	16 13,7	B9	10,72	0,38	16 4681
,20	18 04,3	B9	8,32*	—0,26	18 4757

α 1950	β 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,20	^o 18 06,0	G	^m 10,81	^m 0,95	^o 18 4758
,22	15 04,9	G0	11,43:	0,76:	15 4773
,22	17 47,0	A1	11,62	0,61	312465
,27	14 19,6	K0	11,04	1,70	14 4848
,32	14 02,7	G3	11,35	0,83	14 4849
,35	18 30,8	K5	10,05:		18 4760
,36	14 39,6	B8	11,43	0,25	
,40	16 14,0	G0	11,42	0,73	
,40	16 53,9	A0	11,26	0,45	16 4683
,38	16 02,5	A0	11,07	0,36	
,42	15 22,3	M	10,00:		15 4775
,44	14 59,6	A5	11,74	0,53	
,44	15 06,2	F:	10,96	1,53	15 4776
,46	15 44,2	K0	11,13:	1,35:	15 4774
,48	17 45,7	F2	10,85	0,74	17 4986
,53:	17 09,2:	gK3	6,9		17 4987
,55	15 41,7	A0	10,11	—0,12	15 4777
,60	13 38,7	A3	11,28	0,62	13 4824
,60	16 47,8	F8	11,83	1,10	16 4886
,60	17 00,8	G0	11,55	1,95	17 4988
,62	14 30,7	A2	10,40	0,28	14 4851
,64	14 31,2	A0	10,50	0,17	14 4853
,67	15 25,8	A5	12,04	0,40	
,72	12 01,9	G0	10,53	0,61	12 4893
,72	13 38,5	F8	9,63	0,45	13 4825
,73	18 59,0	B9	10,71	0,55	18 4762
,77	18 49,6	A0	11,10:	0,68:	18 4763
,80	13 35,5	K0	10,12		13 4826
,81	11 55,0	A1	10,86	0,44	11 4515
,82	15 28,7	A0	11,83	0,31	
,84	16 26,7	B8	8,75:	—0,07:	16 4687
,88	16 19,7	G0	11,38	0,99	
,90	15 26,7	A3	12,41	0,49	
,90	16 50,2	A8	10,49	0,71	16 4688
,91	12 25,8	G0	11,77	0,74	12 4894
,95	12 20,7	F8	11,0	0,7	12 4896
,95	13 57,4	A0	11,80	0,45	13 4828
,95	17 13,7:	M	11,79:	2,80:	17 4990
,95	17 40,7	F0	11,18	0,87	17 4989
,99	15 39,2	K0	11,18	1,82	15 4778
,00	14 21,0	A2	10,47	0,25	14 4855
,02	12 10,3	A2	11,10:	0,63:	12 4897
,02	15 14,3	K0	11,90	1,83	15 4779
,03	16 12,7	G0	11,47	0,90	16 4689
,04	17 52,7	A0	10,68	0,34	17 4991
,10	14 00,0	A0	10,03	0,12	13 4830
,12	15 20,6	A0	10,34	—0,05	15 4780
,13	13 49,3	G0	11,45	1,01	13 4831
,14	13 08,8	A3	8,63		13 4833
,15	14 24,3	K5	11,46	2,70	24 4856

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,16	13 41,8	B9	11,15	0,45	13 4832
,18	12 57,3	F3	10,85	0,66	12 4898
,19	16 46,2	A8:	11,57	0,78	16 4691
,20	14 36,6	A0	10,28	—0,09	14 4858
,20	14 42,7	K0	10,83	1,38	14 4857
,25	13 02,5	A5	9,66	0,0:	13 4834
,27	15 33,1	A1	10,98:	0,33:	15 4781
,32	15 49,4	B9	10,82	0,33	15 4782
,33	16 13,7	G0	9,72	1,37	16 4690
,33	17 12,7	A2	11,99	0,51	312455
,40	14 30,6	F0	9,38	0,26	14 4860
,41	12 09,4	K0	10,90:	1,53:	12 4900
,43	17 09,5	G5	12,12	1,80	
,48	16 25,0	A	11,79	0,79	
,48	17 46,5	A0	11,39	0,62	17 4994
,48	17 50,6	B9	9,30	0,04	17 4995
,49	15 38,8	A0	11,44	0,30	
,50	13 10,3	B0:	11,96	0,00	
,50	17 07,6	M	11,33	2,70	17 4996
,50	18 03,1	K0	11,37:	1,49:	18 4765
,56	14 39,6	A2	10,77	0,49	14 4861
,57	10 30,4	F8	9,30:		10 4587
,59	15 20,4	A0	12,08	0,38	
,59	16 58,6	A0	9,90	0,28	16 4692
,61	12 19,2	M	9,88		12 4902
,62	17 26,0	F2	11,10	0,96	312458
,65	15 17,8	G0	11,15	0,92	15 4784
,67:	17 10,7:	A0	12,32	0,24	
,76	16 08,7	G2	12,02	1,91	16 4693
,78	12 02,8	A3	12,02	0,82	
,78	14 31,5	A0	11,15	0,45	14 4863
,79	15 54,8	A1	11,15	0,25	15 4785
,80	13 11,8	A1	10,11	0,20	13 4835
,82	11 12,6	A0	10,8	0,4	11 4518
,85	12 28,3	B	12,01	0,82	
,85	14 56,1	F0	11,90	0,70	
,86	17 31,4	F2	8,38		17 4997
,89	12 20,8	K2	11,60	2,64:	12 4904
,92	17 12,0	A1	10,97	0,33	312456
,98	15 29,9	G2	11,88	1,06	
,98	15 58,8	A0	11,46	0,52	15 4786
,00	11 04,3	G0	12,14	1,14	
,00	11 39,0	G5	10,65	1,40:	11 4519
,00	13 38,1	K0	11,63	1,09	13 4837
,02	13 45,0	A0	12,17	0,87	
,03	17 42,8	A2	11,14	0,72	17 4998
,08	17 16,8	A0	11,39	0,63	312457
,11	15 21,3	B9	12,35	0,47	
,14	16 20,8	G0	11,24	0,81	16 4694
,22	15 50,2	G3	11,84	2,04	15 4787

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,25	^o 12 37,7	F2	^m 12,20	^m 1,07	^o
,26	17 24,8	B4	8,1		17 4999
,29	13 40,8	B9	11,91	0,61	13 4838
,30	15 38,1	B5:	11,36	0,73	15 4788
,30	15 51,6	A0	12,11	0,58	
,32	12 31,5	A1	11,9	0,9	12 4906
,32	15 27,8	A0	10,68	0,27	15 4789
,32	17 58,6	F8	10,28	0,92	17 5000
,33	13 21,7	G2	11,82	1,80	13 4839
,34	14 23,7	F8	11,12	0,88	14 4865
,44	18 12,0	M8	11,54:	2,54:	18 4767
,45	12 50,8	F8	11,65	0,69	12 4907
,45	13 28,2	G0	12,12	1,08	
,49	10 52,3	G8	11,17	1,49	10 4592
,52:	17 36,3	B5n	8,0		17 5001
,54	16 28,5	A0	12,33:	0,49:	
,60	12 00,3	A0	11,61	0,49	
,62	17 04,8	A1	10,37	0,29	17 5002
,68	11 18,8	A1	11,2	0,7	11 4521
,70	14 07,6	F5	11,48:	0,64:	14 4866
,70	18 36,4	F8	11,10	1,02	18 4768
,71	16 50,5	A0	11,68	0,63	
,72	11 30,9	B8	12,27	0,97	11 4522
,75	13 15,2	M	11,8	3,2	13 4840
,78	13 50,2	F8	12,21	0,76	
,79	15 34,5	G0	12,32	1,30	
,84	14 10,9	G8	11,71	1,61	14 4867
,85	18 02,6	A0	9,93	0,30	18 4769
,86	15 40,2	G5	12,37	1,65	15 4791
,86	16 47,3	A0	10,80	0,32	16 4696
,87	14 06,7	K0	12,19	1,51	14 4868
,90	12 46,0	G8	10,20	1,10	12 4910
,90	14 56,7	A2	12,06	0,73	
,90	18 52,8	G0	10,94:	0,94:	18 4770
,93	16 33,4	A0	11,72	0,78	
,95	18 18,0	A0	10,01	0,23	18 4771
,98	13 14,8	G2	12,23	1,65	13 4841
,98	14 33,0	B9	10,93	0,21	14 4869
,98	16 15,3	A5	12,07	0,48	
,00	16 54,8	B9	12,33	0,57:	
,01	17 24,6	B9	10,85	0,42	17 5003
,04	15 20,2	F3	11,08	0,74	15 4792
,05	11 20,2	A0	12,37	0,92	
,08	13 52,3	G3	12,08	1,20:	
,08	16 56,4	M	11,67	2,64	16 4697
,09	18 31,7	G3	10,22	1,55	18 4773
,10	15 00,6	B9	11,22	0,49	
,13	18 36,5	A2	10,33	1,45	18 4775
,15	14 34,2	K2	11,95:	2,26:	
,16	15 03,3	F2	11,35	0,81	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ} \quad '$		m	m	$^{\circ}$
,16	15 21,9	G5	10,96	1,03	15 4793
,16	18 22,6	A0	10,32	0,32	18 4776
,21	16 43,5	A5	10,76*	0,81	16 4698
,23	15 39,5	A0	11,70	0,35	
,24	14 15,3	A8	10,45*	0,40	14 4870
,27	15 26,5	A0	12,36	0,57	
,30	10 53,7	G2	11,74	1,07	10 4597
,36	15 57,4	F8	11,74	1,26	15 4795
,38	15 49,6	G0	11,27	1,36	15 4796
,38	16 15,1	A	12,10	0,48	
,38	17 55,1	A0	10,61	0,20	17 5004
,40	15 44,2	A0	10,89	0,29	15 4797
,44	17 37,5	A0	11,78:	0,45:	312535
,46	15 21,7	B9	11,57	0,69	
,46	16 35,5	A1	11,41	0,69	16 4699
,46	17 05,8	F0:	12,06	0,94	
,47	16 57,5	A0	12,18	0,55	
,49	15 28,8	F8	11,21	0,92	15 4799
,49	16 41,0	G0	11,38	1,07	16 4700
,51:	17 21,3:	A0	8,2		17 5005
,58	10 54,9	G0	7,7		10 4598
,62	15 38,9	B5	9,91	0,07	15 4800
,68	15 05,5	B9	10,50	0,26	15 4801
,68:	17 47,2	K5	11,87	2,22	17 5006
,73	18 13,4	F8	11,11	0,98	18 4778
,75	14 16,8	A	12,46	0,72	
,75	18 01,2	A1	11,45	0,53	312545
,76	15 28,1	A0	10,89	0,39	15 4802
,78	17 02,1	F2	8,92*	0,45:	17 5007
,80	15 41,9	A	12,32	0,83	
,81	10 47,2	F8	10,23	0,48	10 4600
,81	16 30,2	F0	10,40	0,54	16 4701
,84	16 01,4	A5	12,24	0,75	
,84	18 04,7	K2	12,11:	1,99:	18 4780
,85	12 52,7	F5	11,08	0,63	12 4912
,86	15 22,0	B2 III	8,30:		15 4803
,89	15 30,7	K2	11,78	2,01	15 4804
,91	15 42,6	M	11,3	2,7	15 4805
,93	17 21,0	A	12,62	0,87	
,96	15 01,5	K0	10,44	1,44	15 4806
,98:	16 38,0	A0	12,85	0,70	
,99	18 35,5	K0	11,22	1,87	18 4781
,02	16 26,3	K	12,27	2,08	
,04	15 36,6	A0	10,83:	0,44:	15 4807
,05	14 59,8	F3	10,78	0,70	14 4871
,07	17 17,9	A0	12,24	0,72	312529
,08	16 00,8	G2	9,27	0,58	16 4702
,10	15 17,8	G0	8,46:		15 4808
,11	14 43,4	K0	10,77	1,60	14 4872
,14	11 16,8	G5	11,98	2,04	11 4526

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
$^{\circ}$	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,14	14 49,5	B9	11,11	0,49	14 4873
,14	17 06,7	G5	11,80	1,80	17 5008
,15	11 01,5	A	12,37	0,70	
,26	15 31,5	A0	11,14	0,52	15 4809
,27	16 21,6	A1	12,18	0,58	
,28	11 30,9	A1	8,43		11 4527
,28	17 34,6	A8	12,13	0,82	17 5009
,29	12 24,7	K0	11,41:	2,08:	12 4913
,30	14 57,8	F5	10,32	0,74	14 4874
,34	10 30,6	A8	9,27		10 4602
,34	13 45,2	A3	10,00	0,29	13 4844
,34	17 29,7	A0	11,32	0,74	17 5010
,35	17 34,4	B9	10,55	0,85	312533
,38	18 10,4	G0	11,88	1,01	312543
,40	13 04,8	A0	11,68	0,75	13 4845
,41	17 38,7	F	12,54	0,96:	
,43	16 55,3	A0	12,27	0,44	
,45	18 01,4	F8	11,18	0,77	18 4782
,50	13 56,5	G2	11,71	1,00	13 4846
,52	17 04,0	A	12,01	0,87	
,52	18 51,5	G0	11,47	1,02	312557
,54	12 34,1	A3	10,98	0,60	12 4914
,54	16 05,0	A3	10,48	0,40	16 4703
,56	13 46,8	A2	12,37	0,76	
,56	17 17,7	A0	9,87:	0,37:	17 5011
,57	15 42,0	A	12,35	0,55	
,59	11 25,8	G0	11,02:	0,65:	11 4528
,59	15 23,8	B8	12,34	0,84	
,60	14 21,0	G0	11,73	0,72	14 4877
,60	15 57,5	A0	12,12	0,46	
,65	16 01,5	A5	11,12:	0,60:	16 4704
,71	14 55,3	A0	12,26	0,51	
,72	15 27,0	A0	12,51	0,75	
,74	11 01,8	A5	7,6		11 4529
,74	14 29,5	G0	10,90	0,88	14 4878
,74	16 43,9	F8	10,82:	0,84:	16 4705
,76	17 46,8	F8	10,95	0,95	17 5012
,80	10 43,9	A1	11,49	0,65	10 4604
,81	14 27,1	A3	12,48	0,66	
,81	15 13,8	A2	11,45	0,67	15 4810
,94	14 36,3	B9	10,28	0,37	14 4879
,98	13 33,4	F2	11,67	0,71	13 4848
,00	17 50,1	A5	11,36:	0,73:	17 5013
,07	17 52,5	A5	11,32	0,68	17 5014
,08	17 31,7	G0	11,20	1,37	17 5015
,11	15 04,9	A1	11,27	0,46	15 4811
,12	11 43,2	K5	11,79	2,75	11 4531
,14	17 54,0	G5	11,35:	1,90:	17 5017
,15	14 12,3	B0 Ia	8,22		14 4880
,20	15 20,6	G5	11,07	1,51	15 4812

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,21	13 38,7	G2	^m 10,62	0,65	13 4849
,21	17 22,4	A0	11,46	0,58	312530
,27	14 08,2	A2	10,14	0,43	14 4881
,28	18 36,2	A1	11,43	0,88	18 4784
,29	12 09,7	K2	12,34	1,51	
,30	12 21,0	F5	9,95	0,41	12 4916
,31	18 24,1	G5	11,49	1,67	18 4785
,31	18 45,6	A0	11,54	0,86	18 4786
,33	10 44,1	A5	11,28	0,57	10 4609
,33	16 58,1	A0	11,92	0,68:	
,33	18 07,5	B9	10,50	0,36	18 4787
,35	15 03,4	F0	10,61	0,55	15 4813
,37	12 34,3	F0	11,44	0,63	12 4917
,39	15 17,1	A0	11,14	0,55	15 4815
,39	15 27,1	A0	11,22	0,49	15 4814
,43	11 19,5	A1	10,73	1,03	11 4532
,44	16 41,8	B2	10,78:	1,17:	16 4706
,46	12 37,5	F8	9,53	0,40	12 4918
,47	14 07,0	A2	10,34*	0,35	14 4882
,48	15 49,5	K3	12,18	1,93	15 4816
,49	11 36,8	F8	11,19	0,66	11 4533
,49	15 34,3	B9	12,62	0,48	
,52	14 57,4	G5	11,82	1,60	14 4883
,55	16 56,8	A1	11,45	0,52	
,58	12 49,3	F8	9,85*	0,4	12 4919
,62	17 19,5	K0	12,07	1,89	17 5019
,63	15 06,7	A0	11,58	0,41	
,65	17 53,2	B9	10,65	0,32	17 5018
,70	15 40,6	G3	10,88:	0,90:	15 4817
,70	17 52,7	B9:	12,36	0,43	
,71	11 30,5	A	12,55	0,92	
,71	17 12,3	B0 III	9,89*	0,68:	17 5020
,74	14 59,1	F0	8,02		14 4884
,74	15 44,8	G0	11,45	0,91	15 4818
,75	11 56,1	A5	10,43	0,29	11 4534
,75	18 41,1	A3	11,19	0,76	18 4888
,76	14 43,9	K0	10,88	1,70:	14 4885
,78	17 40,6	F3	11,31	0,89	17 5021
,83	18 58,9	A5	8,10		18 4789
,84	17 53,3	K0	11,03:	1,71:	17 5022
,86	10 47,2	K2	11,03		10 4612
,86	16 55,8	K3	10,77	1,85	16 4707
,92	14 26,4	K0	11,73:	1,95:	14 4886
,94	18 04,8	K2	11,19	1,65	18 4791
,94	18 48,6	G3	10,82	1,32	18 4790
,95	12 26,4	A1	11,69	0,50	12 4920
,96	17 56,5	G0	12,31	0,94	
,97	15 23,9	A	12,81	1,04	
,98	17 13,9	K2	11,51:	2,02:	17 5024
,99	11 29,2	F5	9,63	0,21	11 4535

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	^o		^m	^m	^o
,00	15 11,5	F0:	11,87	0,43	
,00	17 38 5	F8	10,98	0,70	17 5023
,08	11 36,8	A8	11,49	0,86	11 4536
,09	15 28,2	A8	11,43	0,74	
,13	16 53,0	K	12,20	2,80	16 4708
,18	16 27,2	A8	11,56	0,90	
,19	14 23,5	F8	10,10	1,36	14 4887
,20	13 14,2	A1	9,20	0,14	13 4852
,21	14 06,0	A2	10,23	0,23	14 4888
,22	17 29,0	A0	12,32	0,55	
,25	15 39,7	F2	9,77	0,55	15 4819
,33	15 04,0	K2	11,57	2,12	15 4820
,34	14 28,1	K0:	11,25	1,47	14 4889
,34	16 39,8	G0	9,57:	0,69:	16 4711
,34	17 03,6	F2	10,27	0,51	17 5025
,34	18 54,1	K0	*		18 4794
,36	17 15,7	A3	11,60	0,78	312607
,40	15 12,0	A	12,93	0,74	
,40	15 33,2	A0	9,76	0,20	15 4821
,40	17 12,7	F5	11,27	0,78	31 2606
,42	12 49,8	G3	12,44	1,71	12 4925
,42	17 59,0	A1	11,24	0,34	312618
,44	12 55,5	B9	10,46	0,52	12 4926
,45	17 03,7	A2	11,49	0,49	
,46	16 21,6	K2	12,45	2,17	
,50	14 22,3	K5	12,00:	2,04:	14 4890
,52	14 22,3	G5	12,22	0,79	
,57	14 50,7	A0	11,57	0,46	14 4891
,59	15 00,0	K2	10,55	1,49	15 4822
,60	12 19,8	A1	12,47	0,74	
,60	14 04,2	G8	9,81	1,32	14 4892
,61	14 50,8	A0	12,27	0,76	
,61	15 21,0	A1	12,22	0,67	
,66	16 08,0	K0	11,62	1,60	16 4712
,79	15 13,8	G5	12,61	1,70	
,80	16 25,0	B9	12,36	0,82	
,80	16 40,0	A1	11,98	0,61	
,80	18 02,0	M	11,22		18 4795
,82	16 59,3	G0	11,91	1,05	
,83	15 48,4	K2	11,76	2,20	15 4823
,83	16 14,9	A1	11,43	0,44	16 4715
,85	15 07,5	A0	12,63	0,67	
,85	15 28,4	B5	11,23	0,95	15 4824
,87	16 02,4	G8	10,05	1,36	16 4716
,88	16 24,0	B9	12,09	0,49	
,88	17 33,2	F2	10,56	0,65	17 5027
,88	17 41,2	A1	11,89	0,39	312614
,92	17 09,0:	gK1	7,5		17 5028
,92	17 09,7:	A0	11,52	0,29	
,94	14 30,0	G3	11,37	1,52	14 4893

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	^{° ′}		^m	^m	
,95	17 03,9	A0:	11,97	0,71	
,96	13 39,5	A0	12,21	0,64	
,96	16 41,9	K0	11,41	1,32	16° 4717
,99	17 52,5	B9	11,35	0,38	312619
,99	18 56,9	A0	11,49	0,31	18 4796
,00	11 22,9	G3	11,75	0,88	11 4539
,00	15 51,4	F0	11,88	1,02	
,00	18 25,4	A0	12,08	0,60	312630
,01	14 17,6	K5	10,41		14 4894
,02	11 42,6	A0	12,49	0,57	
,08	14 16,9	A2	8,24	—0,19	14 4895
,09	14 03,3	A5	11,18	0,44	14 4896
,09	16 37,5	A0	10,10*	0,33	16 4718
,09	17 03 3	A8	11,73	0,58	
,10	15 15,2	A2	11,94	0,40	
,11	13 44,7	F	12,18	1,23:	13 4855
,12	13 58,2	A0	12,04	0,58	
,12	17 51,5	K3	12,47	2,47	17 5029
,13	14 00,4	K0:	11,28	2,03	14 4897
,13	16 30,7	A8	11,09	0,74	16 4719
,14	15 49,7	K2	11,47	2,39	15 4825
,15	15 32,8	A1	11,75	0,55	
,16	15 57,6	F8	9,66	0,69	15 4826
,16	18 13,8	A	12,10	0,67	
,17	14 44,8	G2	10,71	0,68	14 4898
,23	15 08,3	A8:	12,52	0,63	
,24	17 25,1	M	12,06	2,59	17 5030
,25	13 58,3	A0	10,28	0,16	13 4856
,25	15 14,9	G5	11,51	1,73	15 4827
,25	17 45,5	B8:	12,39	0,51	
,25	18 33,3	A0	12,08	0,60	312631
,28	17 39,6	G0	11,43	0,88	17 5031
,32	13 42,0	F5	11,82	1,00	13 4857
,35	16 20,8	A	12,26	0,70	
,35	16 35,3	B9	11,22	0,41	
,35	16 52,3	A0	12,47	0,44:	
,35	17 18,6	A0	11,47	0,49	312609
,37	17 12,4	A0	12,37	0 90	
,38	14 48,0	F8	11,50	0,95	14 4899
,38	17 30,5	A	12,48	1,21	
,39	15 07,5	A0	12,28	0,37	
,40	17 01,5	G0	11,18	0,85	17 5032
,41	15 49,8	B9	11,61	0,64	
,45	18 55,9	A1	10,26:*	0,28:	18 4798
,50	14 12,8	B9	11,47	0,45	
,51	12 41,5	A5	9,53	0,37	12 4929
,55	10 32,8	A3	8,3		10 4616
,55	18 33,0	eK1v	9...*		18 4799
,56	13 58,7	A	12,13	0,57	13 4859
,56	18 43,1	G2	11,3	1,3	312636

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,59	^o 17 36,0	G0	^m 11,88	^m 0,95	^o
,60	14 47,5	A1	11,25	0,28	14 4900
,60	14 59,8	F8:	11,88	0,98	
,60	16 25,5	B5	8,3		16 4720
,61	16 30,0	A0	9,37	0,06	16 4721
,64	17 44,0	G8	10,80	1,57	17 5033
,65	16 42,2	A0	12,11	0,68	
,66	15 46,6	B9	10,73	—0,05	15 4828
,68:	18 24,0:	B9	12,34	0,64	
,72	10 58,8	A3	11,43	0,68	10 4617
,72	16 27,8	A0	11,96	0,51	
,73	15 37,2	A	12,31	0,44	
,73	16 00,5	G0	12,25	0,94	
,74	14 03,6	A0	12,23	0,51:	
,75	18 22,5	B5	10,58	0,33	18 4800
,77	17 00,4	A0	11,90	0,53	
,77	18 22,7	B9:	11,20	0,47	
,78	15 15,7	F0:	12,09	0,71	
,78	17 01,3	F2:	12,44	0,78	
,79	17 56,5	G0	11,40	1,16	312621
,80	11 36,0	A0	11,81	0,76	11 4540
,84	15 26,3	A0	11,97	0,46	
,84	18 52,0	B9	11,45	0,30	312638
,88	15 02,2	G5	11,24	1,44	15 4829
,89	14 48,4	G5	11,07	1,71	14 4901
,91	16 36,7	A0	10,32	0,26	
,92	12 36,4	G2	11,63	0,91	12 4930
,92	18 58,5	B8	8,22	—0,34	18 4801
,94	16 04,8	F0:	11,90	0,79	
,94	17 07,4	A0	10,71	0,30	17 5036
,95	17 58,8	K3	10,74	1,93	17 5034
,96	16 24,1	A	12,52	0,39	
,97	15 27,2	B9	11,94	0,57	
,98	14 35,2	A5	11,96	0,69	
,98	17 30,7	B9	9,42:	0,03:	17 5035
,98	18 26,9	B9	10,96:	0,32:	312629
,98	18 56,6	K2	10,86	2,37	18 4802
,02	14 37,6	A0	11,96	0,48	
,03	17 00,0	B8	9,41	0,15	17 5037
,04	16 28,6	A0	11,15	0,18	16 5917
,05	15 03,4	K5	10,87	2,17	15 4830
,07	14 16,2	A8:	11...*		14 4902
,07	14 36,0	A2	11,95	0,49	
,07	15 35,9	F0	11,86	1,19	
,07	17 02,0	F5	11,72	0,97	
,08	15 09,6	G5	10,73	1,07	15 4831
,10	13 21,3	A	12,56	0,60	
,14	15 22,3	F0:	12,35	0,62	
,14	15 31,5	A6p	(9,68)*	0,29	15 4932
,15	18 24,6	B9	10,51	0,60	18 4805

α 1950	β 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	[°]		^m	^m	[°]
,17	18 18,0	F8	11,13	0,79	18 4804
,18	16 02,6	F5	12,07	0,68	
,18	16 29,1	A0	10,63	0,17	16 4723
,19	16 24,2	G8	10,90:	1,77:	16 4724
,19	17 59,2	B8	11,40	0,76	18 4806
,21	11 45,0	A0	7,5		11 4541
,23	11 35,8	B9	10,86	0,26	11 4542
,24	17 09,8	A	12,53	0,41	
,25	12 03,2	A1	11,53	0,64	12 4931
,25	18 42,2	M	11,40	2,40	18 4807
,27	18 09,8	G2	12,13	1,65	312624
,28	14 37,5	A0	10,38	0,12	14 4903
,28	16 00,0	F8	11,55	0,81	
,28	17 55,7	A:	12,37	0,59	
,30	14 00,0	A0	9,16	0,04	14 4904
,30	14 37,3	A0	10,66	0,25	14 4903
,30	15 19,1	A0	10,62	0,33	15 4833
,32	18 45,9	B9:	11,76	0,34	
,33	15 18,5	F5	10,71	0,58	15 4835
,34	15 04,5	K5	10,28		15 4834
,35	18 04,0	A0	12,17	0,34	312623
,37	18 58,5	B8	10,51	0,33	18 4809
,40	12 56,2	M	12,16	3,08	12 4932
,40	16 02,1	A0	12,24	0,31	
,41	16 24,6	F8	10,90	0,64	16 4725
,41	17 28,8	F8	11,58	0,97	17 5038
,43	16 10,4	A0	10,99	0,03	16 4727
,43	16 21,0	G3:	11,46	1,04	16 4726
,43	18 28,1	A0	11,11	0,24	165969
,44	14 04,3	A	11,94	0,45	14 4905
,44	17 06,4	A0	11,86	0,50	
,45	18 22,5	B9:	11,43	0,37	312626
,47	16 34,4	A0	12,13	0,49	
,50	11 21,0	K3	11,75	2,14	11 4544
,53	13 56,5	B9:	12,54	0,81	
,53	17 23,1	A1	11,79	0,19	312611
,57	13 45,0	A0	11,79	0,70	
,58	17 12,5	B8	10,80	0,53	
,62	16 34,5	A1	12,24	0,49	17 5039
,63	16 22,8	F5	11,25	0,77	
,65	14 10,2	A3	12,61	0,62	
,65	14 40,8	A0	10,02	0,13	14 4906
,69	13 51,7	F8	11,81	0,72	
,69	15 42,6	B9	10,66	0,00	15 4838
,72	14 41,6	A0	11,49	0,22	
,72	16 07,4	A0	12,49	0,58	
,74	12 02,5	K	12,09	1,97	12 4935
,74	14 14,7	A8	12,23	0,74	
,75	12 43,6	G0	10,55	0,69	12 4934
,75	15 43,0	A5	10,56	0,33	15 4839

α 1950	β 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, IDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,75	16 50,7	A0	9,33	0,08	16 4728
,76	17 32,9	G3	10,94	0,98	312715
,76	17 54,1	A	12,53	0,57	
,77	16 16,7	A0	11,95	0,45	
,78	10 49,5	G5	9,49	0,49	10 4619
,78	17 38,7	K0	12,15	1,80	
,80	16 15,5	G0	11,27	0,74	16 4729
,81	18 41,0	A0	11,83	0,85	
,82	13 50,4	F2	10,37	0,47	13 4862
,82	18 19,4	B8:	11,71	0,48	312727
,83	16 45,2	A2:	12,07	0,63	
,84	15 17,2	M	(10...)*		15 4840
,84	15 59,7	A0	11,79	0,70	
,84	18 50,9	A0	7,99:		18 4810
,85	17 18,0	F0:	12,08	0,63	
,86	18 59,9	A0	11,67	0,39	312768
,87	17 30,0	A2	11,52	0,18	17 5040
,88	12 22,8	G5	11,57:	1,03:	12 4936
,89	14 19,8	A2	12,48	0,48	
,90	13 56,2	K2	6,4		13 4863
,90	14 53,1	B8	9,23	—0,22	14 4907
,90	17 34,0	K3	11,95	1,73	
,93	10 41,1	F2	11,0	0,5	10 4620
,93	15 50,6	A0	12,28	0,55	
,94	17 17,0	B9	11,67	0,35	
,95	14 12,0	B3 II—III	9,53	0,48	14 4908
,96	14 24,2	A0	12,50	0,60	
,96	15 33,0	eG2v	*		
,97	11 44,1	K2	9,11		11 4545
,97	17 57,8	B3:	11,40	0,81	17 5042
,00	12 41,8	A	12,34	0,88	
,00	14 08,7	A0	11,12	0,21	
,03	17 31,0	K	12,09	2,11	17 5041
,04	16 10,6	A0	12,58	0,48	
,04	16 22,0	F8	12,02	0,88	
,05	17 21,0	A	12,39	0,64	
,08	14 55,5	K0	12,01	1,64	
,08	18 59,9	B9	11,18		312767
,09	11 45,3	K3	11,67:	2,34:	11 4546
,09	15 15,2	F2	10,18	0,56	15 4843
,10	16 25,8	G0	11,81	1,11	
,10	18 18,5	A0	10,79	0,51	18 4811
,11	14 52,9	A0	12,30	0,41	
,12	16 44,2	A3:	12,45	0,69	
,16	17 29,3	B8	10,69	0,00	17 5043
,20	18 18,9	F8	11,66	0,96	312726
,22	13 32,7	O:	11...*		
,22	16 19,1	F8	12,17	0,88	
,22	16 55,2	A0	10,73	0,30	16 4730
,22	17 12,8	K2	10,88	2,41	17 5044

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	[°]		^m	^m	[°]
,24	13 47,2	A0	10,80	0,24	13 4864
,25	18 22,9	A0	11,66	0,34	312738
,26	15 18,8	A0	10,50	0,04	15 4844
,27	16 44,7	A:	12,39	0,45	
,27	17 44,5	K0	9,68:		17 5045
,28	14 51,6	F8	11,99	0,79	
,28	16 12,7	B5	10,99	0,57	16 4731
,29	17 27,6	B8	11,01	0,17	312712
,30	14 55,6	A0	11,95	0,22	
,30	18 56,3	G5	11,01	1,69	18 4812
,31	16 16,2:	B9	8,93	0,19	16 4732
,33	15 46,3	A1	12,40	0,46	
,35	14 12,4	B5	11,11	0,51	14 4909
,35	14 33,0	A0	12,43	0,35	
,35	17 43,5	A0	11,25	0,34	17 5046
,38	14 08,1	A0	11,61	0,39	
,38	15 31,9	A8	12,13	0,36	
,40	15 00,8	A1	12,49	0,43	
,40	16 45,8	B9	11,64	0,32	
,40	18 21,3	F8	11,62	0,78	312729
,42	14 09,9	A5	9,60	0,33	14 4910
,42	16 54,8	B9	12,47	0,32	
,42	17 14,5	G5	11,05	1,53	17 5047
,42	17 23,2	A0	11,89	0,25	
,42	18 11,9	B2 V: pe	9,29:	0,32:	18 4815
,43	18 39,7	A0	10,37	0,21	18 4814
,44	11 47,7	G0	11,43	0,72	11 4547
,45	17 44,7	A1	11,91	0,59	
,46	16 47,8	F8	10,06	0,57	16 4733
,47	17 27,0	A8:	11,10	0,78	312711
,48	15 07,8	G0	12,64	0,73	
,49	14 17,4	K5	11,80	2,38	14 4911
,49	18 01,4	A0:	12,28	0,61	
,50	17 45,7	A1	11,29	0,32	312717
,50	18 30,0	A8	10,07	0,49	18 4816
,51	16 50,3	A	11,35	0,28	
,51	17 02,8	B8:	12,69	0,98	
,53	18 08,0	F8	12,07	0,93	
,55	15 43,9	B9	11,86	0,30	
,56	13 50,8	F0	11,13	0,67	13 4866
,57	13 35,7	F2	10,79	0,48	13 4867
,57	17 12,6	K0	11,58	1,63	312698
,58	16 15,7	B5	11,22	0,46	16 4735
,59	16 28,1	A0	10,60	0,17	16 4734
,61	14 10,7	F0	11,32	0,61	
,62	16 28,3	A0	11,57	0,21	
,63	16 32,1	A1	11,93	0,32	
,64	17 45,8:	A0	8,29:	0,02:	17 5048
,65	14 59,6	A2	10,78	0,16	14 4912
,65	16 00,4	B9	11,25	0,48	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,65:	^o 16 45,1:	B	^m 8,5:	^m —0,2:	^o 16 4736
,65	16 45,1:	B1 II	8,1:		16 4736
,67	17 53,0	A0	11,92	0,19	312723
,70	18 42,1	G5	10,32	1,72	18 4818
,72	16 37,9	A5	11,13	0,56	
,72	18 49,7	A1	11,44	0,52	312753
,73	13 36,0	A0	11,46	0,33	13 4868
,73	16 49,8	B0,5 III	7,96		16 4737
,74	15 04,7	B5	10,50	0,29	15 4845
,74	16 24,3	B8	10,31	0,06	16 4738
,76	17 44,5	A0	10,23	0,22	17 5049
,77	16 19,5	A1	12,00	0,38	
,79	16 15,7	A	11,58	0,60	
,80	16 23,8	A0	11,59	0,29	
,80	18 33,2	A0	10,85:	0,34:	312749
,81	15 44,5	B8	12,30	0,43	
,81	17 55,6	K2	11,03	2,14	17 5050
,83	15 32,3	A0	10,38	0,04	15 4847
,83	16 43,4	B1 V	9,49	0,06	16 4739
,83	17 09,0	B8:	9,85:		17 5051
,84	15 48,0	G8	11,83	1,68	15 4846
,85	18 29,3	K0	9,55		18 4819
,86	12 17,8	A0	11,91	0,65	
,86	17 09,1	G5	9,52:*		17 5052
,86	17 15,2	A0	9,75:	0,04:	17 5053
,88	15 13,3	F8	11,93	0,83	
,88	16 00,3	A0:	12,87	0,56:	
,91	18 20,1	A2:	12,23	0,33	312731
,92	15 41,8	G5	11,68	1,58	
,92	18 40,7	F0	11,25	0,73	312750
,96	12 11,7	A0	10,60	0,17	12 4938
,97	11 01,6	K2	9,43		11 4548
,97	12 59,8	K2	11,30	2,04	13 4869
,97	15 51,9	K0	10,96	1,51	15 4848
,97	18 25,4	A1	11,84	0,32	312730
,98	18 43,9	A0	10,16	0,33	18 4821
,99	17 06,6	A0:	12,10	0,61	
,00	15 32,4	B2	11,28	0,55	
,01	16 56,7	A0	11,74	0,28	
,03	14 27,3	G2	11,57	0,95	14 4913
,03	18 52,4	M	10,7 *		18 4822
,04	12 57,0	F8	10,02	0,55	12 4939
,04	18 02,2	A	12,54	0,78	
,05	15 57,8	B9	11,29	0,52	
,07	18 49,5	A0	9,38	0,08	18 4823
,08	14 24,9	A1	12,46	0,47	
,08	15 16,5	F3	12,16	0,72	
,11	14 44,5	K0	9,29		14 4814
,11	17 58,4	A0	12,17	0,33	
,13	16 18,0	B9	10,44	0,06	16 4740

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,14	14 14,1	F8	11,70	1,44	14 4915
,15	18 32,5	F8	8,98		18 4824
,16	17 29,7	B9	10,06	0,28	17 5054
,17	14 00,0	F8	11,34	0,78	14 4917
,17	15 46,5	F8	12,44	0,78	
,18	16 38,6	F5	10,57	0,67	16 4741
,18	17 45,2	A1	12,02	0,69	312718
,20	11 16,0	K	11,57	2,28	11 4549
,20	17 04,8	A0	11,24	0,49	
,20	17 32,3	B9	11,98	0,52	
,21	16 28,6	A0	11, . . *		
,22	16 45,5	A0	10,18	0,04	16 4742
,26	16 58,5	K0	11,64	2,31	16 4743
,27	11 06,0	G5	11,47	1,05	11 4550
,27	17 08,0	A	11,48	0,63	
,28	14 14,5	A1	12,19	0,34	
,28	14 42,0	A0	11,47	0,15	
,29	17 05,9	F8	11,44	0,77	
,29	17 23,3		9,88*	1,46	17 5055
,30	15 54,0	B9	8,4		15 4849
,31	16 25,1	A0	(12. . .)*		
,31	16 42,7	B0 II	8,60:*	0,27:	16 4744
,33	16 49,5	B9	11,81	0,55	
,34	15 09,3	A5	11,73	0,55	
,36	17 07,5	A0	10,81	0,30	166419
,39	14 26,2	A0	9,42	0,18	14 4918
,40	13 56,4	A5	10,31	0,47	13 4870
,42	14 41,1	A0	11,91	0,29:	
,45	14 22,9	A0	11,78	0,26	
,46	17 39,0	G0	11,57	0,74	312709
,47	15 31,8	A:	11,58	0,68	
,47	15 33,6	B:	11,32	0,49	15 4850
,49	15 18,8	A5:	11,97	0,53	
,49	18 17,5	A2:	11,39	0,80	312732
,50	16 21,1	A0:	12,24	0,61	
,53	13 39,3	A0	11,33	0,31	13 4871
,55	17 19,0	G0	11,28	0,85	17 5056
,55	18 48,9	A8	11,57	0,58	312754
,59	15 03,9	B9	11,93	0,59	
,60	17 38,0	A1	11,35	0,35	312708
,60	18 37,4	A5	11,43	0,66	
,62	15 27,0	G2	11,41	1,01	312747
,63	12 16,3	K2	12,81	2,72	12 4941
,63	16 41,8	A0	12,47	0,38	
,68	11 18,9	K0	8,40		11 4554
,68	15 25,5	B5	10,16	0,19	15 4852
,68	16 40,3	K0	11,98	2,09	
,68	18 47,1	B8	10,13	0,12	18 4825
,69	13 24,0	A0	12,36	0,68	
,69	14 34,2	A0	11,71	0,36	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,69	15 41,8	B5	9,91	0,21	15 4851
,69	17 14,1	A0	11,42	0,28	312699
,70	12 19,5	A1:	12,60	1,16	
,70	14 15,3	F8	11,65	0,77	
,70	16 00,0	A0:	11,64	0,49	
,71	16 04,0	A0	11,62	0,29	
,72	14 16,2	G5	11,70	1,21	14 4919
,74	18 19,9	B9	11,15	0,04	312733
,74	18 40,3	A0	11,92	0,57	312746
,77	17 14,9	A0	12,25		
,78	14 08,2	A8	11,94	0,59	
,78	16 08,0	A0	11,53	0,36	
,80	15 12,0	F2	8,83	0,30	15 4853
,80	15 27,8	A0	11,66	0,13	
,80:	16 05,1:	A0	10,01:	0,38:	16 4746
,80	16 11,0	B9	12,42	0,26	
,80	17 20,8	G0	12,15	1,12	
,82	14 27,0	F0	10,88	0,55	
,82	15 35,0	B0 IV	8,82:	—0,16:	15 4854
,82:	16 05,1:	A3	10,25:	0,77:	16 4746
,85	16 50,4	A0	11,39	0,22	
,87	15 42,2	A8:	11,98	0,56	
,87	16 38,7	A0	12,30	0,29	
,87	16 54,1	B0, 5 IV	8,10	—0,26	16 4747
,88	18 23,2	B0? Vpe	10,22 *	0,67	18 4826
,89	11 19,2	A	12,04	0,66	
,89	13 59,8	A0	10,64	0,20	14 4920
,90	17 15,0	A0	11,17	0,48	17 5057
,91	11 14,2	G	12,45:	2,82:	11 4559
,91	15 24,0	G8	11,32	1,53	15 4855
,91	18 17,1	A1	11,61	0,24	312744
,92	13 00,7	A0	10,55	0,27	13 4873
,92	18 35,9	A0	10,91	0,44	312745
,93	15 12,5	A8	11,65	0,35	
,94	14 51,0	B0	11,24	0,71	
,94	16 36,7	A	12,51	0,23	
,94	18 40,5	F8	10,69	0,68	166525
,95	15 40,7	B1 II	8,4 *	0,13	15 4856
,96	16 15,4	B9	12,19	0,02:	
,96	18 29,1	A0	10,02:		18 4827
,97	16 44,1	K2	11,18:	2,18:	16 4748
,98	15 06,0	B0 V	10,22	0,24	15 4857
,99	16 05,1	B5	10,31	—0,03	
,00	14 49,3	A0	11,07:	0,23:	14 4921
,02	17 16,5	B9	12,48	0,50	
,02	17 59,9	A1	10,10	0,15	166541
,03	16 27,4	B9	12,03	0,21	
,03	18 40,5	K2	10,92	1,68	18 4828
,05	15 03,2	G0	12,09	0,90	
,07	14 47,5	A0	12,16	0,23	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,08	[°] 11 59,2	A	^m 12,61	^m 1,38	
,09	16 09,5	A0	12,37	0,67	
,10	13 23,8	K5	12,68	2,49	13 4874
,10	15 26,5	A0	12,18	0,49	
,10	15 49,5	A1	11,06	0,10	15 4858
,11	14 56,1	A0	9,82	0,18	14 4923
,11	14 56,8	O9,5: II:	10,47	0,97	14 4922
,11	17 05,7	A0	12,13	0,25	
,11	17 49,0	B9	11,04	0,09:	17 5058
,12	15 49,6	A0	11,01	0,57	
,16	14 50,8	F2	10,18	0,52	14 4924
,16	17 39,1	A1	10,82	0,25:	17 5060
,16	17 47,2	A1	11,98	0,43	
,16	18 43,5	B1,5 (V)pe	9,47	0,19	18 4829
,19	17 37,0	A0:	11,64	0,43	
,20	14 29,8	F0:	10,80	0,49	14 4925
,20	15 17,2	G5	10,62	1,37	15 4859
,20	17 58,0	A0	9,72	0,13	17 5059
,21	16 31,0	F	12,16	0,44	
,22	14 30,6	B0	10,17	1,02	14 4927
,23	15 50,3	G0	11,75	1,21	
,24	15 38,0	F8	11,74	0,78	
,24	16 03,1	G2	11,10	0,80	16 4749
,24	17 55,8	A0	11,06	0,16	312721
,25	14 56,0	G8	10,76	1,42	14 4926
,25	16 24,0	B9	11,62	0,25	
,25	18 46,5	K0:	11,76	1,86	312757
,26	13 48,6	K5	11,15	2,65	13 4875
,27	11 11,1	A0	11,65	0,46	11 4555
,27	16 26,1	A1	11,01	0,27	
,27	17 57,5	B5	10,32	—0,06	17 5061
,28	18 19,4	B9:	11,53	0,36	
,28	18 26,1	B9	9,19	—0,20	18 4830
,30	13 40,9	G5	11,50	1,78	13 4876
,30	14 00,7	A8	9,87	0,50	14 4928
,30	17 35,7	B8	10,09	0,13	17 5063
,30	17 44,5	M	11,55	2,37	17 5062
,31	15 11,9	B9:	11,94	0,52	
,31	16 22,8	B9	11,77	0,26	
,31	17 23,2	F2	9,55:	0,52:	17 5064
,33	11 02,7	A1	11,67	0,48	11 4556
,33	15 47,9	B8:	11,89	0,36	
,34	14 19,2	A0	11,82	0,35	
,34	15 53,1	B9	11,34	0,19	
,35	17 40,0	A5	11,78	0,34	
,37	13 40,0	F5	12,32	1,40	
,38	13 31,8	G0	10,35	0,62	13 4877
,39	15 00,2	A0	10,73:	0,18:	15 4860
,39	16 10,6	B9	11,17	0,26	16 4750
,39	16 45,6	B9:	12,03	0,63	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{PJ}	C	BD, HD, HDE
^m ,40	^o 14 46,2	G3	^m 11,85	^m 1,62	^o 14 4929
,40	14 56,9	A1	11,89	0,31	
,40	18 19,2	A0	10,90	0,06	312739
,41	11 56,8	A	12,60	0,68	
,41	15 34,2	B1 (V)ne	9,35	0,05	
,46	13 16,6	F8	11,36	0,81	13 4878
,46	16 21,8	G2	11,71	0,93	
,46	17 31,0:	A0	11,85	0,41	312704
,46	17 41,5	A3	10,85	0,23	166645
,49	13 56,1	A1	11,66	0,39	
,49	14 47,2	A1	12,47	0,27	
,49	18 42,7	G	11,76	1,04	
,50	17 58,4	B9	12,10	0,15	
,51	15 10,6	K0	9,96	1,42	15 4862
,51	16 04,4	A0:	12,09	0,23	
,52	17 37,5	G	12,27	0,95	
,53	15 24,5	A0	10,75	0,29	
,54	16 35,5	B8	10,20	0,00	16 4751
,54	18 34,4	A0	10,59	0,30	312733
,55	18 12,7	A0	11,28	0,19	312738
,56	16 04,3	A2:	12,16	0,26	
,56	16 23,2:	B1 Ib—II	8,2		16 4752
,56	16 36,7	F0	11,32	0,62	
,56	18 39,0	G0	10,71	0,73	18 4831
,58	14 18,7	A0	11,15	0,21	14 4930
,58	15 46,9	B8	10,19	—0,01	15 4863
,58	17 36,0	A1	11,41	0,28	312705
,58	18 21,8	F2g	9,81	1,29	18 4832
,59	15 08,5	A2	11,54	0,30	
,59	15 22,5:	B0 II—III	8,7 *		15 4864
,60	16 31,0	B9	11,37	0,08	
,61	14 37,2	B9	11,66	0,62	
,62	15 42,0	A1	11,49	0,13	
,63	16 54,5	F8	11,64	0,86	
,63	18 46,4	A5	11,32		31 2758
,64	10 44,2	O8f	9,36		10 4625
,64	13 59,7	A0	12,13	0,48	
,64	14 51,6	A2:	12,68	0,65	
,65	18 23,9	A0s	8,04	—0,39	18 4834
,66	11 21,6	A5	10,32	0,60	11 4557
,66	15 36,2	A:	11,49	0,66:	
,66	18 29,2	B8:	10,40	0,42	18 4833
,68	10 54,4	A5	11,14:	0,63:	10 4626
,68	13 24,0	A0	12,33	0,51	
,68	15 50,6	A0	11,44	0,31	
,69	15 20,3	B9	10,57	0,17	
,69	16 29,0	B8	11,85	0,52	
,70	12 33,3	A1	10,87	0,56	12 4944
,70	13 49,3	B9	11,94	0,54	
,70	14 55,0	G3	11,52	1,94	14 4931

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m 70	[°] 15 37,6	K5	^m 10,60		[°] 15 4865
,70	17 56,2	G5	10,86	m 1,24	17 5065
,71	15 02,2	K5	11,0	2,1	15 4866
,72	14 09,6	A0	12,52	0,59	
,72	15 12,6	F	12,65	0,74	
,74	13 10,5	G0	11,03	1,19	13 4879
,74	16 31,0	B5	10,39	0,06	
,75	13 07,2	F0	11,42	0,64	13 4880
,76	14 03,4	A1	12,48	0,39	
,78	15 12,1	B8	11 35	0,17	
,78	16 00,7	K0	9,81		16 4753
,78	17 48,1	A2:	11,83	0,42	
,78	17 52,3	A0	10,76	0,18	166717
,79	15 39,7	G0	12,02	1,17	
,79	18 04,3	B9	11,54	1,73	
,80	18 47,2	F0	11,54	0,79	
,83	18 24,1	B9	10,96	0,52	312741
,85	16 47,2	K	12,41	1,68	
,85	17 10,0	F0	12,48	0,48	
,85	17 18,7	B8	10,31	—0,06	17 5067
,85	17 25,5	M	10,22		17 5066
,87	15 48,8	A	12,05	0,65	
,87	17 28,4	K2	10,78	1,47	17 5068
,88	15 39,8	A1	12,55	0,41	
88	16 28,6	A	10,69	0,18	
,89	16 26,2	B5	10,46	—0,18:	166764
,89	18 24,0	B9	10,50	0,20	18 4835
,90	14 49,2	A0	11,84	0,61	
,90	15 31,5	F5:	11,31	1,57	15 4867
,90	17 35,1	A0	9,75	0,18	17 5069
,90	18 47,0	B0	11,25	0,46	
,91	16 18,1:	B	9,96 *	0,61:	16 4755
,91	16 35,0	K0	(9,73) *		16 4754
,92	17 04,4	G0	12,30	1,04	
,92	17 18,3	G3	11,13	0,85	17 5070
,93	16 17,2:	B	9,92	0,14	16 4756
,95	12 46,5	A0	10,99	0,19	12 4945
,96	16 09,0	A2	12,01	0,54	
,98	15 33,2	B9	11,92	0,58	
,98	17 36,1	F8	11,92	1,02	
,99	11 01,3	F0:	12,70	0,89	
,99	14 46,8	A0	11,87	0,29	
,00	14 35,5	K0	11,98	1,71	
,00	18 44,7	K3	11,49	1,84	18 4836
,02	16 51,7	B9	10,19	0,23	16 4757
,02	17 31,5	K2	11,86	2,29	312837
,04	15 11,8	B0, 5III	8,06	—0,36	15 4868
,04	16 05,3	A	12,35	0,38	
,06	15 59,9	A0	11,71	0,20	
,06	17 12,3	A5	11,81	0,58	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,07	[°] 13 08,8	A0	^m 11,55	^m 0,50	[°]
,08	12 04,0	B5	12,11	0,83	12 4946
,09	16 27,6	A	11,49	0,68	
,09	17 21,7	G2	11,24	1,59	312702
,09	18 07,5	B9	10,55	0,13	
,10	15 16,8	B9	9,90	0,16	15 4869
,10	16 11,9	A	12,60	0,19:	
,10	17 05,3	A0	12,08	0,32	
,12	14 28,8	B9	11,63:	0,41:	
,13	14 50,3	B3	10,66	0,57	14 4932
,13	16 31,7	B9	12,26	0,21	
,13	17 57,6	K0	11,25	1,37	312841
,13	18 27,6	G0	11,67	0,67	
,14	17 23,2	A0	12,35	0,27:	
,14	18 18,8	A0	8,79	0,73	18 4837
,15	16 42,5	A1	11,50	0,32	
,16	18 39,1	B9:	11,51	0,47	
,17	18 48,7	A5	11,75	0,67	
,18	15 08,0	A0	12,20	0,45	
,18	15 35,9	A1	11,38	0,85	
,18	18 25,7	A:	11,58	0,40	
,19	15 26,2	A2	10,29	0,50	15 4870
,19	16 06,5	A	12,49	0,34	
,20	15 08,2	A0	12,20	0,45	
,20	16 58,4	A0	11,81	0,49	
,20	18 21,8	B5	10,42	0,24	312861
,21	14 24,6	A0	12,40	0,36:	
,24	18 13,7	A1	11,54	0,34:	312859
,25	16 04,5	B5	11,26	0,16	
,27	15 20,4	A	11,25	0,31	
,27	17 01,5	A0	11,83	0,47	
,28	15 38,7	A3	12,28	0,60	
,29	18 46,8	B9	11,09	0,26	312889
,30	17 39,6	A2	11,55	0,31	312839
,30	17 50,8	B9:	11,92	0,07:	
,30	18 36,0	A2:	10,24	0,27	18 4838
,30	18 48,6	B2:	10,87	0,27	312890
,31	18 19,5	K2	11,28	1,28	312860
,32	12 17,7	A0	11,67	0,50	12 4947
,32	14 04,3	K0	12,56	1,89	
,32	15 36,1	A0	11,64	0,27	
,33	18 27,8	B	10,72	0,41	312862
,34	17 59,8	K0	11,04	1,69	18 4839
,35	14 26,6	B9	8,48	—0,25	14 4934
,35	16 53,7	B9	12,06	0,61	
,35	18 05,8	B5:	12,18	0,66	
,37	15 50,1	M	11,66	2,28	15 4871
,37	16 34,5	A0	10,59	0,01	166878
,38	15 03,5	A2	12,29	0,53:	
,38	18 48,8	A0	11,27:	0,14:	312891

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,39	18 17,9	A0	^m 10,46	^m 0,23	^o 18 4840
,40	14 50,0	B9	11,83	0,64	
,40	15 32,6	F8	11,94	0,88	
,40	15 42,8	G8	11,70	2,13	15 4872
,40	17 24,1	F:	12,48	0,50	
,41	16 13,1	A5:	12,02	0,56	
,42	11 14,2	F8	10,80	0,56	11 4560
,42	14 37,5	A1	11,44	0,13	
,43	16 22,8	F2:	11,86	0,62	
,46	11 45,7	A0	12,19	0,71	
,46	17 37,1	A0	11,76	0,18	312838
,48	14 38,8	A	12,24	0,51	
,48	15 57,5	B9	12,50	0,41	
,48	17 31,7	A0	11,62	0,28	312836
,49	14 09,7	B9	12,20	0,53	
,49	15 15,3	A1	11,57	0,22	
,49	15 21,4	G	12,28	1,09	
,50	18 09,2	A	11,37	0,24	
,53	17 13,3	A3:	12,18	0,42	
,53	17 44,7	B9	9,62	0,02	17 5071
,53	18 48,9	B9	11,29:	0,77:	312892
,54	16 03,6	A2	11,10	0,14	
,55	18 05,9	A0	11,15	0,97	
,55	18 10,5	A0	10,49	0,15	312858
,56	13 16,2	A1	12,01	0,45	13 4883
,56	15 10,7	A	12,78	0,72:	
,60	14 27,0	B8	11,68	0,34	
,60	15 57,5	A1	12,05	0,41	
,60	16 58,3	A0:	12,21	0,47	
,60	18 48,5	A	11,08	0,59	
,61	16 54,5	A0	11,66	0,35	
,62	14 38,2	A0:	12,14	0,50	
,63	14 30,3	K2	11,64	1,22	14 4935
,63	15 16,8	B8	11,35	0,35	
,64	12 25,2	A0	10,72	0,36	12 4948
,64	16 22,5	B9	11,28	0,17	
,64	16 58,6	A	12,55	0,31	
,65	15 48,0	A0	11,64	0,16	
,66	17 17,8	B5n	10,51	—0,11	17 5072
,67	15 49,4	G0	10,67	1,73	15 4873
,67	18 26,3	B0	10,38	0,47	18 4841
,70	11 34,5	G0	11,74	0,89	11 4563
,70	15 36,0	F8	7,7 *		15 4874
,70	18 47,9	B9s	10,05	0,07	18 4842
,71	13 24,2	G3	12,10	1,69	13 4884
,72	11 54,0	B8	10,61	0,55	11 4562
,73	16 40,9	K2	11,97	1,20	
,73	18 19,8	A0	11,43	0,20	
,74	15 23,1	A0	10,13	0,06	15 4875
,74	18 23,4	A0	7,2		18 4843

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	^o		^m	^m	
,74	18 28,1	A:	10,61	0,28	
,74	18 50,5	B:	10,68	0,38	°
,75	14 40,8	B8	10,67	0,30	14 4937
,76	18 49,9	B2	10,32	0,12	312894
,77	17 15,3	A1	11,31	0,24	312823
,78	17 59,9	B2	11,55	0,71	
,78	18 07,6	A0	10,67	0,37	312857
,78	18 14,8	F5	12,23	0,58	
,79	14 24,6	B3	11,51	0,50	
,79	14 42,6	A0	10,27	0,26	14 4938
,80	15 42,5	G8	10,83	1,94	15 4876
,81	16 34,7	B4n	10,09	0,18	16 4758
,82	17 55,7	B9:	11,04	0,18	312842
,83	14 08,5	A1	11,31	0,44	14 4939
,84	12 53,2	B9: IV:	10,57	0,84	12 4949
,84	16 18,2	A	12,40	0,39	
,84	17 47,7	B5	10,94	0,65	17 5073
,84	18 38,1	A2	10,74	0,48	312886
,85	14 11,2	B9	9,80	0,32	14 4940
,85	17 07,9	K	12,73	2,20	31 2864
,85	17 09,0	B5	9,04	—0,14	17 5075
,85	17 10,0	M	10,76	2,45	17 5074
,86	15 44,1	A1	11,86	0,26	
,86	16 38,5	A0	11,23	0,49	
,86	18 30,6	B8	10,96	0,22	312864
,86	18 48,8	B9	8,0: *		18 4844
,88	11 29,2	K0	11,94	2,18:	11 4564
,90	12 42,7	A2	12,16:	0,69:	
,90	17 11,0	A0	11,38	0,19	312824
,91	15 33,0	G0	11,80	1,59	
,91	18 05,5	B	11,45	0,62:	
,92	15 13,2	A0	10,26	0,08	15 4877
,94	15 48,7	B5	9,83	0,44	15 4878
,95	15 47,8	B8:	12,02	0,41	
,95	18 28,7	B8	11,11	0,38	312865
,95	18 59,5	B3n	9,03	0,18	19 4909
,96	17 24,0	F0	10,05	0,51	17 5076
,96	18 05,4	K0	11,50	1,48	312856
,97	15 35,6	B9	11,90	0,41	
,98	17 10,3	B9	11,85	0,36	
,98	17 55,5	F0	10,68	0,49	166981
,98	18 45,9	A2	7,85		18 4845
,00	15 00,0	G3	11,79	1,55	15 4879
,03	18 32,2	M	12,00:	1,71:	
,04	13 45,0	G5	12,03	0,98	13 4886
,06	17 44,1	F0:	11,89	0,74	
,07	18 13,4	A0	12,10	0,48	
,08	16 14,3	K0	12,19	1,19	
,08	18 36,4	A0	9,98	0,11	18 4846
,09	18 02,0	A0	10,14	0,02	18 4847

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,12	^o 13 12,4	A2	^m 12,00	^m 0,45	
,13	15 31,8	B8	10,70	0,08	
,13	16 36,0	A	12,11	0,77	
,13	18 10,7	A2:	11,76	0,24	
,13	18 46,2	B8	10,76	0,52	312895
,15	12 53,5	F8	11,73	0,89	
,15	15 39,0	B9	11,51	0,08	
,16	15 02,7	A1:	11,30	0,36	
,17	14 04,8	A	12,73	0,49	
,17	17 44,3	F	11,96	1,41	
,18	15 36,8	A0	11,95	0,27	
,18	16 23,5	A	12,44	0,45	
,20	14 40,2	B5	10,40	0,27	14 4941
,20	15 01,5	B9:	12,37	0,32	
,20	15 51,9	K0	11,32	1,43	15 4880
,20	16 36,6	A2	10,96	0,40	167032
,20	16 46,4	B8:	12,17	0,55	
,20	17 45,8	A1	11,66	0,15	
,20	17 52,1	A0:	11,69	0,45	312844
,20	18 59,3	A3	11,09	0,50	312911
,22	12 55,6	F8	11,71	0,65	
,22	15 04,9	B9	10,91	0,35	
,23	16 39,7	A	12,47	0,35	
,23	18 44,2	K0	10,7	1,8	184848
,24	15 10,4	A0	10,75	0,31	15 4881
,25	12 33,0	G0	9,88	0,52	12 4950
,25	17 01,2	K0	11,54	1,61	17 5077
,26	15 33,2	F0:	12,40		13 4887
,27	13 10,9	G0	10,99	0,77	
,27	15 52,9	G0	11,67	1,00	
,28	17 14,6	A0	11,72	0,24	
,30	14 38,4	G5	11,46	1,76	14 4942
,30	18 53,5	B3	10,28	0,18	18 4849
,31	15 00,6	A8	11,95	0,58	
,31	18 58,2	A:	10,98	0,38	
,32	13 42,4	A0	12,38	0,28	
,32	15 39,8	A	12,10	0,44	
,32	16 33,6	A5	10,70	0,35	167049
,33	15 07,2	A0	12,37	0,54	
,33	16 09,9	F8	11,61	1,15	
,35	16 00,0	G5	11,64	1,64	
,35	16 16,5	B8	10,71	0,06	
,35	16 40,5	A0	11,79	0,42	
,35	16 50,3	B9	10,89	0,44	16 4759
,37	15 13,2	B9	10,60	0,25	15 4882
,37	15 48,6	B9	11,59	0,15	
,37	18 04,5	B9	10,57	0,07	312855
,39	14 41,1	B9	10,91	0,20	14 4943
,39	15 42,7	A0:	12,22	0,70	
,39	16 37,5	A0	11,60	0,41	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	
,40	12 23,2	K0	12,5	2,1	
,40	15 21,6	K	11,25	2,01	15° 4883
,41	18 25,6	A1	11,91	0,59	312866
,44	15 06,3	B9	10,24 *	0,28	15 4884
,45	17 07,4	G2	11,21	0,98	167006
,46	13 06,4	A0	10,51 *	0,03	13 4888
,46	16 07,2	K2	11,84	1,46	
,47	16 25,5	A0:	11,17	0,56	
,47	18 21,4	K	11,83	2,17	312867
,48	13 37,6	B9	12,67	0,49	
,48	15 19,3	K2	12,15	2,06	
,48	16 32,7	G0	10,98	0,81	16 4760
,48	18 15,2	G:	12,32	1,07	
,49	15 10,5	A0	12,46	0,20	
,49	15 48,4	A1	11,35	0,31	
,49	16 36,9	B9:	11,94	0,57	
,50	14 24,0	F8	11,92	1,00	
,50	15 05,8	A0	11,33	0,39	
,51	15 18,5	A0	11,83	0,31	
,51	17 03,7	A1:	12,14	0,35	
,51	18 56,2	B8	10,04	0,15	18 4850
,52	14 01,5	G3	11,24	1,54	14 4944
,53	15 51,4	G0	12,08	0,78	
,53	17 57,7	F3	10,03	0,60	17 5079
,55	18 09,2	B8	8,05	—0,39	18 4851
,57	14 37,9	B9	12,18	0,46	
,57	17 21,8	K2	11,68	1,50	
,57	18 16,7	F8	9,67	0,62	18 4853
,58	16 51,8	A	12,10	0,42	
,59	16 45,8	A0	10,82	0,23	167110
,60	13 52,5	A3	12,75	0,66	
,60	14 47,8	A0	12,52	0,58	
,60	18 53,5	B0	10,10	0,13	18 4852
,61	11 34,3	A	12,45	0,66	
,61	15 38,8	A1	10,57	0,07	15 4885
,61	18 24,5	A5:	10,97	0,46	
,63	10 40,8	K3	11,38:	2,01:	10 4632
,63	14 28,9	A1	11,72	0,50	
,63	18 26,9	B3:	10,49	0,29	18 4854
,64	16 30,5	K3	11,06	2,34	16 4761
,65	17 16,4	A1	11,73	0,12	
,65	18 57,7	A1:	10,85	0,36	
,66	11 04,6	F0	11,48	0,92	11 4565
,67	17 57,8	A0	11,11	0,16	167111
,68	14 43,8	B3	11,78	0,28	14 4945
,69	15 11,8	G	11,85	0,78	
,70	17 52,2	F8	11,42	0,79	
,70	18 08,5	K2	11,58	1,34	
,71	15 27,3	A2	11,03	0,31	
,71	15 59,7	F5	10,47	0,58	16 4762

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,72	12 08,7	G	12,36	1,04	12 4951
,73	15 02,7	A0	10,44	0,16	15 4887
,73	17 42,6	G0	11,34	0,78	312835
,74	14 42,2	K3	12,12	2,15	
,75	16 09,5	F	11,96	0,64	
,75	16 18,5	G0	10,60	1,32	16 4763
,75	17 55,3	A0	10,34	0,19	
,76	17 22,4	B9	9,30	0,05	17 5080
,76	17 48,1	B9	11,91	0,64	
,77	12 40,0	G5	11,65	1,95	12 4952
,77	15 56,0	A0	11,78	0,37	
,77	17 40,1	A0	11,24	0,14	312834
,77	18 07,4	A0:	11,96	0,37:	
,78	16 26,9	A0	12,19	0,50	
,78	18 05,8	A0	11,72	0,30	
,78	18 28,6	B:	11,52	0,44	312869
,79	15 55,5	K2	11,57	2,07	15 4888
,80	13 24,3	A3	10,91	0,6	13 4889
,81	14 58,5	B8	11,38:	0,22:	
,81	17 09,8	B9	9,78	0,00	17 5081
,83	18 56,2	B3	10,92	0,31	312899
,84	13 28,6	A5	10,69	0,29	13 4890
,84	14 58,4	A0	11,65	0,28	
,84	16 48,8	B9	10,25	0,05	16 4764
,86	15 40,6	F0:	12,48	0,60	
,86	18 47,5	K5	10,33:*		18 4856
,86	18 53,1	B5:	10,78	0,15	312898
,87	11 13,5	B8	9,31 *	0,18	11 4566
,87	18 13,6	F2	11,86	0,55	
,88	17 42,7	A0	10,27	0,01	17 5082
,90	14 01,9	K0	12,29	1,94	
,90	14 26,7	A0	12,36	0,64	
,90	15 36,6	A0	12,52	0,46	
,90	17 11,8	A0	12,20	0,40	
,90	17 57,7	B9	11,30	0,19	312846
,91	13 09,5	F3	11,12	0,62	13 4891
,91	16 20,8	A0	11,76	0,36	
,91	17 51,9	A0	11,60	0,23	312847
,92	17 05,8	A0	12,26	0,37	
,93	16 09,4	A0	11,91	0,51	
,95	17 29,7	A0	11,33	0,54	312831
,95	18 14,8	B5:	11,34	0,82	
,97	17 31,9	B9	11,30	0,09	312832
,97	18 55,8	B8s	10,36	0,15	312900
,98	13 33,0	B0:	12,2	0,6	
,98	14 11,1	G0	11,77	0,84	
,98	16 14,3	G	12,14	1,16	
,98	16 26,5	B3	10,81	0,19	16 4765
,98	16 44,1	K2	11,31	1,42	
,98	18 21,0	B:	11,57	0,80	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	^o		^m	^m	
,99	15 11,6	B8	11,25	0,09	
,99	18 29,2	F:	11,14	0,65	312870
,99	18 59,8	O	10,20:	0,01:	312909
,00	16 45,5	B9:	11,80	0,72	°
,01	17 17,1	G2	10,65	0,69	17 5083
,02	18 57,3	A	11,4	0,3	
,03	14 53,0	K3	11,14	2,18	14 4946
,04	14 59,5	B5	11,08	0,44	
,04	17 39,6	A0	11,01	0,30	17 5084
,05	14 41,4	A0	11,89	0,42	
,05	15 09,0	A0	12,10	0,30	
,05	15 16,9	F	12,74:	0,64:	
,06	17 39,5	A1	11,42:	0,40:	17 5084
,07	17 21,7	G5	10,86	1,33	17 5085
,08	11 46,8	A0:	12,53	0,84	
,08	16 40,7	B9	11,44	0,37	
,09	15 23,3	gK1	8,18:		15 4889
,09	15 56,0	F0	11,90	0,57	
,09	18 57,1	B3 II	7,97 *		18 4857
,10	18 33,2	F5	8,1		18 4858
,11	17 27,2	K2	12,14	2,31	
,12	15 35,0	A0	11,46	0,42	
,12	17 02,5	B	11,95	0,75	
,13	14 41,9	A0	11,19	0,13	
,13	18 05,5	A2	10,64	0,22	
,13	18 20,2	F8	11,82	0,65	
,14	17 14,0	A	12,34	0,38	
,15	15 13,0	A0	12,12	0,35	
,15	17 17,5	A	11,92	0,28	
,15	18 15,9	G:	11,98	1,64	
,18	16 42,8	F8	11,52	0,78	
,19	16 38,6	F8	12,60	0,59	
,19	17 21,0	F0	11,75	0,51	
,19	18 02,0	A2	11,42	0,41	18 4859
,20	11 49,2	A0	12,11	0,71	11 4567
,20	18 47,7	F8	11,37	1,09	
,22	10 56,7	F8	11,24	0,80	10 4636
,22	16 04,0	B	10,31:	—0,06:	
,22	16 04,7	B:	9,60	0,54	16 4766
,23	16 02,1	A0	9,14	—0,15	16 4767
,23	17 08,5	A0	12,45	0,57	
,23	18 35,5	K2	11,09	2,36	18 4860
,24	17 40,2	A:	12,22	0,12	
,25	15 29,2	B8:	11,54	0,15	
,26	14 21,0	B9	10,45	0,22	14 4947
,27	15 40,1	G8	10,11	1,34	15 4890
,27	17 20,0	F3	11,60	0,66	
,28	16 52,3	B9	11,24	0,03	
,30	15 06,3	A0	11,00	0,22	
,30	15 59,1	A0	10,08	0,03	16 4768

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$\circ$ $^{\circ}$		m	m	
,30	16 25,0	A	12,28	0,45	
,30	17 30,9	F3	11,27	0,69	312830
,31:	16 50,3:	B9	11,47	0,51	16°4769
,31	17 13,7	A	12,44	0,39	
,31	18 44,5	G5	11,75	1,59	
,32	13 58,5	F8	11,90	0,72	
,32	15 00,0	B9	11,85	0,57	
,32	17 34,5	B5	10,68	0,22	17 5086
,32	17 38,9	B9	9,14:*	0,01:	17 5087
,32	18 03,6	F8	11,97	0,67	
,33	14 40,2	A0	12,24	0,37	
,33	16 25,0	A0	11,11	0,19	
,34	14 27,9	B8	10,99	0,47	14 4948
,35	18 07,7	F8	10,81	0,56	167286
,36	15 35,9	A0	11,96	0,45	
,36	18 49,4	F8	11,35	0,81	
,36	18 59,9	B0	8,0		19 4928
,37	15 58,2	A3	11,33	0,21	
,37	17 21,4	F0	11,52	0,58	
,38	12 30,7	B2ne	9,57	1,01	12 4953
,38	16 34,8	B0	10,78	0,38	16 4770
,38	16 34,8	A0:	12,48	0,63	
,38:	16 49,5:	A0	9,06:	0,14:	
,38	17 06,8	A0	8,97	0,13	17 5088
,39	11 07,8	B9:	12,08	0,99	11 4568
,39	15 32,3	A2:	12,04	0,64	
,39	17 28,7	A0	11,78	0,41	
,40	14 13,9	A8	12,16	0,49	
,40	14 59,8	B5	10,26	0,19	15 4892
,40	16 12,0	A0	12,40	0,29:	
,41	12 33,0	O9 I—II	8,70	0,40	12 4954
,42	15 22,8	A0	11,86	0,48	
,42	16 56,9	A:	11,83	0,3	
,42	18 23,5	B9	11,51	0,28	312871
,43	13 59,8	B8:	12,48	0,76	
,43	14 27,0	A0	11,72	0,34	
,44:	16 50,5:	B9	8,2		16 4771
,47	15 07,1	B9	12,63	0,72	
,47	15 43,0	A0	12,28	0,77	
,48	15 46,0	F8:	12,05	1,00	
,48	16 05,7	A0	10,12	—0,08	16 4772
,48	17 24,4	A	12,45	0,44	
,50	14 45,0	B9	11,67	0,48	14 4949
,50	15 57,8	B8	9,73	0,06	15 4893
,50	18 42,9	A0	10,08	0,18	18 4861
,51	15 07,0	A1	11,82	0,57	
,52	16 48,6	G8	9,84:	1,52:	16 4773
,53	15 52,9	A1	11,48	0,10	
,53	17 39,1	F2	11,14	0,56	17 5089
,53	17 50,5	M	12,14	2,32	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,53	18 02,0	A0:	^m 11,67	^m 0,68	
,53	18 34,3	A1	10,47	0,22	312877
,54	13 55,2	G0	10,18	0,71	13° 4893
,54	15 24,7	B8	11,65	0,12	
,54	16 52,8	A0:	10,53	0,09	
,55	16 23,7	B9:	10,96	0,57	
,55	16 25,3	B8	10,11	—0,06	16 4774
,55	18 22,0	B0 II	9,19	0,49	18 4863
,55	18 56,1	K5	10,26:		18 4862
,56	18 00,7	B5	11,09	0,78	312853
,57	16 58,4	A0	9,96	0,07	16 4775
,59	15 53,9	A8	11,05	0,43	
,60	13 28,0	B9	12,21	0,73	
,60	18 40,0	A0 Ia	6,5 *		18 4864
,62	12 27,7	A3	12,15	0,59	
,62	14 35,2	B4	10,56	0,26	14 4950
,62	15 45,5	B8:	12,09	0,34	
,62	16 26,3	B9	11,02	0,10:	
,63	15 26,6	B9	12,46	0,36	
,63	17 47,3	A0	11,57	0,31	312848
,63	17 53,1	A0	10,60	0,31	17 5090
,64	16 06,4	B9	11,45	0,31	
,64	18 34,1	B9:	11,02	0,27	312876
,65	11 46,2	A0	11,23	0,72	11 4569
,65	16 09,0	B9	11,37	0,32	
,66	15 55,8	G	12,20	1,54	
,67	15 05,2	A	12,40	0,44	
,67	18 38,5	A:	11,07	0,23	312883
,68	18 14,7	B8	11,59	0,46	312872
,69	15 00,7	B5	12,06 *	0,61	
,69	17 29,8	A1	12,42	0,20	
,70	15 43,9	B	11,19:	0,59:	
,70	16 22,0	A1	10,97	0,31	
,70	16 48,7	B2	11,46	0,48	
,70	18 02,5	A0	11,41	0,36	312752
,70	18 06,4	G	11,58		
,71	15 45,7	B	11,68:	0,45:	
,71	18 57,9	B0	10,19	0,11	312907
,72	16 15,0	M	11,20	2,46	16 4776
,73	15 24,7	A1	12,23	0,78	
,74	13 06,3	K	12,49	1,84	
,74	13 23,7	F8	11,26	0,81	13 4894
,74	15 00,0	B5	11,56 *	0,41	
,74	15 17,4	A2	12,09	0,43	
,74	17 06,6	A0	10,41	0,12	167373
,75	15 29,6	A0	11,90	0,50	
,75	16 02,2	A0	11,19	0,44	
,77	12 54,0	A0	10,70	0,19	12 4956
,77	13 14,7	G5	11,53	1,89	13 4895
,77	18 56,4	B5	10,12	—0,05	312902

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,78	^o 11 21,4	G5	^m 12,19	^m 2,13	^o 11 4570
,78	15 54,1	A0	8,8		15 4896
,78	17 38,0	A0	12,40	0,49	
,78	17 53,0	A2	10,14	0,03	17 5091
,79	18 40,5	A0	10,99	0,28	312879
,80	14 01,5	G5	11,54	1,52	14 4952
,80	15 00,3	B9	11,57 *	0,24	
,80	18 01,5	K	11,97	2,03	312851
,82	17 33,0	G5	11,49	1,36	312827
,82	18 43,4	F5	11,35	0,83	
,83	15 06,3	B5	11,94	0,48	
,83	15 26,5	B9	12,48	0,34	
,83	16 11,5	A0	11,42	0,11	
,83	18 57,7	B1 IV	8,15	—0,34	18 4865
,85	10 49,9	K	12,45	2,67	10 4638
,85	15 04,2	A0	9,98 *	0,19	15 4895
,85	16 59,0	B0	8,43 *	—0,14	17 5092
,85	18 55,0	B2	8,88	—0,18	18 4866
,86	16 18,1	B5	10,73	0,45	
,87	17 14,7	F8	11,94	1,00	
,87	17 27,5	K0	11,47	1,21	312826
,87	18 25,9	B9	10,06	0,06	18 4867
,88	17 06,4	A	12,55	0,66	
,88	17 53,3	A0	11,62	0,10	
,88	18 46,0	A:	11,79	0,40	
,89	14 31,5	A0	12,39	0,39	
,89	15 47,8	B9	11,64	0,19	
,89	16 42,3	B2	11,10:	0,31:	
,90	14 20,8	K0	11,26	2,18	14 4954
,90	16 00,1	G0:	12,28	0,88	
,91	11 54,2	B9	11,23	0,65	11 4571
,92	13 11,9	K5	11,67	2,36	13 4896
,92	16 25,3	A0	11,87	0,43	
,93	16 38,4	A3	11,79	0,45	
,93	18 12,1	G8	11,21	1,49	18 4868
,94	12 18,4	F5:	12,06	1,00	
,94	14 45,0	B4	10,04	0,38	14 4953
,94	16 01,9	K2	11,29	2,26	15 4777
,94	17 43,9	A8	11,97	0,60	
,95	15 54,7	A0	9,47 *	—0,03	15 4897
,96	18 16,8	A	12,09	0,44	
,96	18 47,2	A1	10,70	0,21	312881
,97	18 58,9	B9	10,82	0,35	312906
,98	15 01,2	A0	11,51 *	0,43	
,98	15 06,6	A1	12,40	0,73	
,98	18 39,5	B9	10,42	0,05:	312878
,99	16 25,5	B8	11,65	0,29	
,99	16 33,4	A	12,22	0,32	
,99	18 45,0	B5	10,98	0,56	18 4870
,00	14 06,0	F8	11,02	0,65	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,00	15 22,9	B9	11,67	0,22	
,00	18 26,6	B5	8,46	—0,22	18 4869
,01	18 14,9	B0II	7,87		18 4871
,01	18 44,8	F2	10,08	0,60	18 4870
,02	16 43,5	A0	11,31	0,49	
,02	18 03,0	G5	10,67	1,53	18 4872
,02	18 55,7	B5:	10,48	0,28	312904
,04	15 59,3	A0	11,59	0,23	
,04	16 39,9	A0	10,61	0,09	
,04	17 39,0	A0	10,95	0,24	
,04	17 46,8	A0	9,51	0,18	17 5093
,05	15 20,1	B5:	10,88	1,25	15 4898
,05	17 06,7:	B8	9,74*	0,00	17 5095
,06	17 37,1	B9	8,2		17 5094
,06	17 56,3	A2	11,60	0,30	312850
,06	18 56,7	B3	10,62	0,23	312905
,08	14 32,8	F8	12,74	0,64	
,08	16 00,8	B9	10,11	0,15	16 4778
,08	16 52,4	A0	11,72	0,30	
,09	18 08,3	G0	11,72	1,62	
,11	13 35,1	B0, 5 Ib	8,84		13 4897
,11	15 26,7	B8	11,81	0,37	
,11	17 07,2:	B9	11,68	0,14	
,13	18 53,7	B3	11,73	0,24	
,15	15 51,6	B	12,37	0,53	
,17	11 01,5	G0	8,98:		11 4572
,17	16 11,6	F0	11,36	0,72	
,17	18 44,5	B8	10,96	0,28	312880
,18	13 10,5	A0	11,73	0,14	
,20	15 29,5	B2	11,69	0,21	
,21	12 22,3	G2	11,72	0,83	12 4957
,21	17 05,9	F0	10,02	0,56	17 5096
,22	15 58,6	K	11,66	1,59	16 4780
,23	17 39,0	B9	10,42	—0,07	167476
,23	17 44,0	F	11,53	1,32	312849
,24	17 21,1	F8	11,11	0,75	17 5097
,25	14 19,0	B2II	9,77	0,54	14 4956
,25	14 56,4	A0	7,85*		14 4955
,26	16 51,3	B8	9,25	—0,11	16 4779
,26	17 57,4		11,69	0,24	
,26	18 15,0	O	10,71	0,46	312875
,27	17 24,5	G0	11,23	0,92	312994
,27	17 55,3	A8	10,80	0,39	167477
,28	13 43,2	B9	12,65	0,59	
,28	15 16,8	K0	12,60	1,75	
,28	18 48,2	B3	8,02	—0,41	18 4873
,29	17 15,7	A1	11,17	0,09	
,30	14 23,2	K3	12,26	1,81	
,30	15 29,8	K	12,05	2,21	
,31	11 11,2	F8	8,14		11 4573

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	c	BD, HD, HDE
^m ,31	^o 18 37,8	A0	^m 11,78	^m 0,21	
,32	14 37,6	F8	12,03	0,88	
,33	16 48,7	A0	9,21	0,08	16° 4781
,33	16 25,7	K0:	11,62	1,36	
,33	18 14,5	K0	11,25	1,41	18 4874
,35	18 27,0	B5	9,28	0,09	18 4875
,35	18 44,9	B8s	10,13	0,30:	18 4876
,36	15 13,6	F8	12,16	0,96	
,36	16 58,3	K	11,93	1,59	
,36	18 10,0	B8	10,55	0,12	18 4877
,37	16 40,1	A0	11,48	0,10	
,39	11 41,2	G0	11,64	1,20	11 4574
,39	15 53,5	A0:	11,83:	0,49:	
,40	15 00,4	F5	10,78*	0,68	15 4900
,40	15 36,8	F2	12,29	0,65:	
,40	16 40,8	B9	11,80	0,19	
,40	17 56,1	B9	11,14	0,18	167500
,41	13 05,6	B8	11,50	0,67	13 4899
,41	14 37,4	B0,5 IV	10,19	0,46	14 4957
,41	17 50,4	A	12,56	0,44	
,42	18 04,3	A0	11,40	0,37	313031
,43	14 55,3	A0	10,93*	0,18	
,43	15 57,7	A8:	12,02	0,40	
,44	13 07,8	K0	12,29	1,66	13 4900
,44	14 39,8	B2	10,45	0,29	14 4958
,44	15 31,5	A:	11,93	0,74	
,45	12 54,4	A0	11,87	0,33	
,45	16 42,4	A	12,45	0,34	
,45	18 57,5	F0	10,80	0,54	313075
,46	11 01,2	A0	11,52	0,88:	11 4575
,46	16 03,7	B8	10,30	—0,14	16 4782
,47	14 11,5	B2	11,88	0,54	
,47	15 30,0	B5	10,12	0,04	15 4901
,47	15 52,7	B9	11,66	0,26	
,48	15 57,7	B9	11,31	0,29	
,48	16 48,8	A:	12,46	0,33	
,48	17 38,1	A0	11,76	0,41	
,49	14 54,4	B8	11,68*	0,17	
,49	15 42,1	F0:	12,11	0,44	
,49	15 46,6	A0	11,53	0,22	
,50	14 39,4	B2 III	8,82	0,21	14 4959
,50	16 26,1	K3	11,92	2,40	
,50	18 59,2	A0	8,89	—0,04	19 4939
,51	18 39,5	B9s	10,22:	0,12:	18 4878
,52	12 59,3	M	12,15:	2,65:	13 4901
,52	15 38,0	B3	11,79	0,59	
,52	17 04,2	A0:	11,05	0,26	
,52	17 21,3	A0	10,94	0,19	17 5098
,53	15 43,6	A0	11,79	0,40	
,54	14 55,2	B9	11,79	0,19	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	^o [']		^m	^m	^o
,54	14 58,3	M	11,04 *	2,39	14 4960
,54	16 56,9	A1	12,31	0,63	
,55	18 42,8	A0	11,46	0,41	
,55	18 46,1	B5	10,14	0,28	18 4879
,56	16 27,2	B8	11,90	0,45	
,56	17 35,2	F2	10,41	0,51	17 5099
,56	17 56,8	A0	11,08	0,50	167548
,57	16 45,1	B8	10,28	—0,11	16 4783
,58	17 11,6	A1	11,75	0,22	
,58	18 56,7	B9	10,61	0,36	313074
,59	15 00,0	B5	10,37 *	0,22	
,59	15 18,1	A0	10,56:	0,20:	15 4902
,60	15 34,5	B9	11,46	0,29	
,60	16 50,8	A0	10,17	—0,08	16 4784
,60	18 36,1	B8	11,39	0,41	
,61	16 50,8	B9	10,36:		
,61	18 50,2	B	11,62	0,30	
,62	15 17,9	A0	11,01:	0,32:	15 4902
,62	16 04,1	G5	12,04	1,68	
,63	13 45,7	B9	12,70	0,53	
,63	17 20,5	A0	11,28	0,27	312995
,64	15 39,4	A5	10,20	0,33	15 4903
,64	16 44,2	A0	11,15	0,22	
,65	15 20,9	B9	12,00	0,32	
,65	18 38,6	A3	11,02	0,64	313056
,67	18 34,0	B3	11,04	0,28	313055
,68	12 14,1	A0	12,77	0,66	
,68	15 31,5	K5	12,14	2,32	
,68	18 12,2	F8	12 37:	0,06:	
,70	11 35,2	K2	12,21	2,09	11 4576
,70	14 28,3	B9	10,57	0,11	14 4961
,70	17 19,0	A0	9,36	0,00	17 5101
,70	18 49,0	K0	9,14		18 4880
,71	17 54,3	A0	10,08	0,13	17 5100
,72	14 15,4	B8	8,55	—0,25	14 4962
,72	18 23,0	A0:	11,36	0,55	
,72	18 54,6	B5	10,32	0,24:	313073
,73	15 03,6	A	11,65 *	0,14	
,73	17 11,7	A1	11,79	0,27	
,74	15 00,3	K	11,54 *	1,68	
,76	14 54,4	G0	10,79 *	0,69	
,76	15 19,5	A1	11,94	0,35	
,77	17 46,2	A	12,34	0,46	
,77	17 56,2	A0	11,26	0,29	313030
,78	16 27,4	B9	11,63:	0,60:	
,78	16 42,1	A	12,30	0,30	
,78	16 49,4	A0	9,61	0,09	16 4785
,78	17 07,6	A1:	11,19	0,35	
,78	18 15,8	F8	11,38	0,89	313032
,78	18 40,6	F8	11,60	0,79	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,79	13° 54,3	K2	^m 12,06	^m 2,11	° 13 4902
,79	16 59,3	B0	11,14	0,98	
,80	18 53,7	B2	10,57	0,48	313072
,81	17 49,9	A0	9,78	0,08	17 5102
,82	14 18,2	A0	10,60	0,03	14 4963
,82	14 51,8	F8	11,92*	0,81	
,82	16 00,3	A0	11,14	0,30	
,82	16 53,7	F:	11,71	0,86	
,82	17 29,7	K0	10,96	1,52	17 5103
,83	17 38,7	A1	11,12:	0,31:	17 5104
,83	18 25,5	B8	10,05	0,12	18 4881
,85	15 57,1	B9	10,11	0,14	15 4904
,88	14 40,2	A1	9,54	0,45	14 4964
,88	16 49,5	A0:	12,18	0,30	
,88	18 14,8	B	12,05	0,51	
,88	18 58,5	B2	9,85:	0,53:	313076
,89	18 33,5	B5	9,74	0,17	18 4882
,90	15 39,7	B1 IV : n	9,82	0,37	15 4906
,91	17 22,5	A0	9,91	0,02	17 5105
,92	13 25,6	A0	10,68	0,24	13 4903
,92	13 59,5	A0	12,35	0,29	
,92	16 31,8	O6	8,14:		16 4786
,92	17 00,7	K:	12,08	1,61	
,92	17 13,2	A1	10,53	0,02	17 5106
,92	18 41,3	B8	9,63	—0,06	18 4883
,93	15 31,7	B8	9...*		15 4905
,93	16 50,2	A0	12,33:	0,36:	
,93	18 22,5	B8	10,55	0,14	18 4884
,94	11 28,7	A0	11,38	0,39	
,95	13 03,0	B9	10,11	0,22	13 4904
,95:	15 58,5	A0	12,30	0,3	
,95	17 34,5	F0	11,27	0,63	313010
,96	12 35,8	K3:	12,41	2,33	12 4960
,96	12 37,2	A8:	12,14	0,52	
,96	15 16,2	F5	12,62:	0,89:	
,96	16 24,3	B5	8,76	—0,07	16 4787
,96	17 01,4	A	12,54	0,63	
,96	17 18,0	A0	12,03:	0,36:	
,96	17 57,3	A0	8,80	—0,01	17 5107
,96	18 23,3	B5	10,57	0,26	18 4884
,97	18 51,4	B8:	11,40	0,24	313071
,98	14 08,8	A0	11,31	0,14	
,98	17 31,2	F	11,76	0,72	
,00	12 31,9	A1	12,34	0,33	
,00	15 21,7	A	12,31	0,81	
,00	17 05,4	B8	9,76	0,14	17 5108
,01	17 41,0	B9	11,34	0,40	313011
,03	15 27,6	A0	12,13	0,42	
,03	16 42,7	K0	10,64	2,07	16 4788
,04	17 28,2	A0	11,98	0,39	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,04	^o 18 58,6	O8	^m 7,8		19 4944
,05	11 25,2	G3	9,52:	^m 0,54:	11 4578
,06	16 21,7	B8	10,85	0,15	
,07	11 49,5	B0 : V::	11,43	1,22	11 4579
,08	16 43,0	A0	10,17	0,00	16 4788
,08	16 46,4	K	11 24	1,79	
,08	18 45,9	B5	11,49	0,43	
,09	15 12,0	B9	11,81	0,33	
,09	15 45,5	A0	12,47	0,36	
,09	17 00,5	B3:	11,42	1,27	
,10	15 54,7	A0	10,89	0,19	
,10	17 34,3	A1	11,52	0,49	313009
,12	14 30,0	F3	10,22	0,65	14 4965
,12	17 57,6	A2	10,16	0,24	17 5109
,12	18 43,7	A0:	11,11:	0,50:	313060
,14	15 22,8	A0	12,11	0,41	
,14	16 29,4	K0	11,49	1,48	
,14	16 38,1	A	12,58	0,47	
,14	18 26,5	A0:	11,28	0,43	
,15	15 31,1	A0	11,77	1,42	
,15	16 03,3	A2	12,33	0,58	
,15	17 46,3	B5	10,13	—0,11	17 5110
,16	16 35,4	B8	10,82	0,16	
,17	16 46,4	A0	11,58	0,15	
,17	17 05,4	A3:	12,27	0,33	
,18	16 33,0	B	11,98	0,48	
,19	18 53,4	B2	10,2	0,4	313070
,20	13 20,2	F0	11,22	0,60	13 4905
,20	15 10,4	A8	12,63	0,46	
,20	15 45,4	B8	12,02	0,40	
,20	18 26,5	B5	10,32	0,09	313035
,20	18 51,2	B9	10,59	0,15	313069
,21	13 51,0	F8	10,21	0,65	13 4906
,21	15 36,0	B9	11,98	0,50	
,22	15 24,6	B5	9,81	0,28	15 4907
,22	16 59,7	B8	10,06 *	0,01	17 5111
,24	14 40,9	F0	10,16	0,58	14 4966
,26	12 31,2	B8	11,54	0,29	
,26	15 00,9	B8:	12,43	0,41	
,26	15 41,2	B9	12,26	0,59	
,27	15 06,5	A1	12,10	0,57	
,27	16 52,3	B9	12,17	0,26	
,27	18 49,9	B5:	9,21:	—0,04:	18 4885
,28	15 55,8	B5:	12,04:	0,56:	167697
,28	17 01,0	A:	12,41	0,46:	
,28	17 23,2	K4 II-III	7,0		17 5112
,28	18 29,0	B9	10,09	0,11	313036
,29	18 17,6	B8	10,78	0,24	313038
,30	11 24,8	A	11,56	0,78	
,30	15 04,6	F5	11,68	0,72	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,30	[°] 15 14,7	G0	^m 11,90	^m 1,39	
,30	16 03,7	B	12,44:	0,36:	
,30	16 21,5	A1	11,66	0,21	
,30	16 50,6	A3:	11,32	0,34	
,30	18 46,9	B3:	10,64	0,29	[°]
,31	16 39,5	B	11,19	0,25	16 4789
,32	15 37,8	A0	10,31	0,12	15 4910
,32	15 43,8	B9	9,34	0,19	15 4908
,32	18 42,7	G0	11,21	0,89	313061
,33	16 40,5	B	11,22	0,50	16 4789
,34	13 24,7	B9	12,11	0,51	
,35	10 54,0	B9:	11,98	1,00	10 4643
,35	14 18,2	A0	9,90	0,04	14 4967
,35	16 40,0	B5:	11,50	0,23	16 4789
,35	17 04,7	A1:	11,34	0,15	
,35	17 22,7	B9	12,05	0,57	
,35	17 27,3	G5	11,59	1,05	
,37	17 51,7	A1	10,56	0,05	167721
,38	15 27,7	B5	10,02	0,27	15 4909
,38	15 37,6	F2	9,06	0,23	15 4910
,38	16 56,5	G0	10,03		16 4790
,39	16 04,8	A1	10,19	1,02	16 4791
,40	15 44,5	B9	11,20	0,52	
,40	16 42,7	A0	11,61	0,40	
,40	17 57,0	B8	9,95	0,02	167747
,42	13 17,8	G8	12,19	1,72	13 4907
,42	18 19,7	B5:	11,00	0,27	
,43	17 00,2	K5	11,53	2,34	17 5113
,45	12 29,1	K0	11,12	1,06	12 4962
,45	18 49,5	A0:	11,55	0,40	
,46	14 45,1	A0	12,51	0,51	
,46	18 27,0	B5	10,26	0,02	313037
,47	16 45,5	A0	10,58	0,11	
,47	16 57,7	B8	12,11	0,35	
,47	18 38,5	A0	11,01	0,40	313053
,49	17 31,2	G0	11,26	0,82	313008
,50	10 45,0	A0	12,21	0,94	
,50	13 46,7	B0	11,68	0,32	
,50	16 13,9	G0:	12,15	1,01	
,50	16 43,0	A0:	10,74	0,58	
,51	16 41,4	A1	10,62	0,17	
,52	18 28,6	O8	7,5 *		18 4886
,53	13 04,2	F8	11... *		
,53	17 37,8	B5	11,49	—0,03	313007
,55	12 15,0	A0	9,40	0,06	12 4963
,57	14 12,7	B9	12,00	0,67	
,57	16 18,9	A0:	10,01	0,03	16 4793
,58	16 00,9	B5	10,34	0,00	16 4794
,58	16 15,2	B5 III	9,28	0,03	16 4792
,58	17 0,29	A1	10,76	0,22	167793

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,58	^o 18 06,4	B8	^m 11,48	^m 0,68	313029
,59	16 11,9	A0	10,51	0,08	
,59	16 45,4	A0	10,37	0,06	
,60	12 15,0	B5	11,96	0,40	
,61	17 57,7	B9	9,72	0,07	17 5115
,62	11 49,9	A1	10,48	0,35	11 4582
,62	12 19,3	O8	10,62	1,01	12 4964
,62	14 33,1	A0	11,51	0,21	
,62	16 02,8	A0	11,84	0,51	
,63	14 52,9	F2	10,58:	0,58:	14 4968
,63	15 08,9	F8	12,31	1,05	
,63	15 42,7	F8	10,54	0,38	167813
,63	16 24,3	F2	12,40	0,65	
,63	17 25,8	A0	11,83	0,27	312997
,64	16 39,0	B8	9,64 *	0,26	16 4795
,64	16 50,9	F2	11,64	0,69	
,64	18 43,2	A0	10,61:	0,32:	313062
,65	13 44,8	A0	11,71	0,78	
,65	16 18,7	A0:	10,42	0,20:	
,65	17 37,7	F0	11,89	0,71	313006
,66	16 16,3	B9	10,70	—0 03	
,68	12 33,0	B8	10,75	0,49	12 4966
,69	12 44,2	K5	9,79		12 4965
,69	14 21,4	A1	10,96	0,25	
,70	12 18,0	B8s	10,35	0,41	12 4967
,70	14 52,3	A0	7,96		14 4969
,70	14 55,2	A0:	10,60	0,21	
,70	15 38,2	B2	10,39	0,14	
,71	12 07,3	O	9,92	0,95	12 4969
,71	16 44,9	F8	10,94	0,79	
,72	14 04,0	K0	11,21	1,68	14 4970
,72	16 33,0	G5	11,05	1,43	
,73	13 38,2	B0	10,40	0,27	13 4908
,74	14 28,3	A0	9,01	—0,08	14 4971
,74	15 26,4	B5 Ia	8,0		15 4911
,75	14 16,7	A0	10,28	0,10	14 4972
,75	15 03,0	B5:	12,40	0,98	
,75	17 37,5	F0	11,76	1,52	313005
,75	18 34,6	B9	11,11	0,20	313052
,76	16 40,8	B9	10,76	0,14	
,76	17 56,2	A0	11,37	0,27	313014
,77	12 06,9	O:	11,17	0,85	
,77	15 00,0	A0	11,56	0,32	
,77	17 49,5	B3	10,30	0,31	17 5116
,77	18 09,0	A1	10,78	0,33	167814
,78	16 52,4	B9	9,66 *	0,04	16 4797
,78	17 52,2	B8:	10,58	0,24	
,79	15 24,2	K2	11,78	1,56	
,80	18 24,0	B8	10,80	0,31	18 4887
,80	18 47,5	B5	11,21	0,57	303063

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	o		m	m	o
,83	13 28,5	A0	9,98	0,35	13 4909
,83	15 29,2	A1	12,40	0,41	
,83	16 47,0	A	12,25	0,45	
,83	18 39,7	B8	10,60	0,33	313051
,84	18 22,9	B8	11,25	0,34	313040
,86	16 12,4	B9	9,70	0,11	16 4798
,87 *	10 32,2	A0:	12,58	0,70	
,87	11 15,6	A	9,17:	—0,05:	11 4583
,87	17 46,9	A	12,08	0,27	
,87	18 01,6	A0	11,74	1,41	
,88	14 44,2	A5	12,14	0,56:	
,89	15 16,4	K0	11,64	1,50	
,89	16 13,3	B9	11,48	0,44	
,90	13 10,3	M	12,01	2,59	13 4911
,90	17 38,5	F2	11,10	0,69	313004
,90	18 47,5	B2:	9,00:	—0,38:	
,90	18 48,5	B8	6,6 *		18 4888
,91	17 23,7	A0	12,28	0,18	
,91	18 09,4	B9	10,35	0,05	18 4889
,92	13 51,7	F8	10,20	0,65	13 4910
,92	15 41,0	F8	11,56	0,89	
,92	16 06,1	A0	11,04	0,29	
,92	16 14,6	A1	11,24	0,28	
,93	13 47,8	A0	11,41	0,27	
,95	10 30,3	B8:	12,45	0,67	
,96	11 07,5	F2	10,75	0,57:	11 4584
,97	17 09,9	A1	11,78	0,12	
,97	17 19,6	A0	11,00	0,36	16 7883
,97	18 00,0	B	10,86	0,41	
,98	12 30,7	B0,5 Ia	9,81	1,19	12 4970
,98	17 54,7	B	11,45:	0,14:	
,98	18 23,4	A0	10,18	0,03	18 4890
,99	14 54,7	O	11,52	1,13	
,99	18 00,5	B5	11,38	0,31	
,00	11 52,3	B0	12,17	1,43	
,00	12 17,2	G8	10,37	1,46	12 4971
,00	14 42,3	A2	12,00	0,41	
,00	17 50,5	M	10,93	2,60	17 5117
,01	17 27,7	F2	11,69	0,70	
,02	14 17,1	G3	11,19	1,40	14 4974
,02	17 08,8	A2	11,87	0,40	
,02	18 42,7	F8	8,42:		18 4891
,03	14 56,7	K2	10,89	2,03	14 4973
,03	16 38,0	G2	11,64	1,87	16 4799
,06	15 09,0	B5	11,12	0,52	
,07	14 05,8	F2	10,06	0,75	14 4975
,07	15 22,7	G0	11,47	0,90	
,07	18 11,5	B5:	10,44	0,33	313027
,08	11 57,3	B0	11,21	1,21	11 4585
,08	12 09,4	B2	11,43	0,94	

* Координаты звезды № 1857: 18^h15^m, 87, — 10°32', 2

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,08	13 51,9	cB4	11,07	1,43	13 4912
,08	16 16,4	A0	11,04	0,17	
,08	16 22,7	A0	10,79	0,31	
,08	16 28,0	B8	11,43	0,14	
,08	17 02,3	A0	11,41	0,20	
,08	17 54,6	A:	11,19	0,74	313015
,08	18 02,9	B8:	11,21	0,22	313025
,09	16 08,1	A0	10,80	0,28	16 4800
,10	16 00,2	B8	11,88	0,52	
,10	18 08,2	B9	10,31	0,15	313026
,11	16 58,9	F8	12,25	0,65	
,12	12 14,0	O	11,59	1,14	12 4973
,12	12 44,4	B5	9,44	—0,05	12 4972
,12	18 46,6	K3	10,33	2,06	18 4893
,13	14 29,1	A0	9,76	0,11	14 4976
,13	15 51,2	A0	10,82	0,40	15 4912
,13	18 38,0	B9	10,51	0,50	18 4892
,14	18 59,8	B:	11,14	1,20	313067
,15	12 17,7	B0	11,06	0,70	12 4975
,15	17 58,5	B5	9,67	0,00	18 4894
,16	17 19,0	A1	11,93	0,38	
,16	17 37,5	G8	10,93	1,46	17 5118
,18	12 53,2	A1	7,6		12 4974
,18	14 20,7	F5	11,58	0,67	
,19:	12 15,0:	B0			12 4978
,19	13 15,0	A1	10,31	0,24	13 4913
,20	12 35,2	B8	11,09	0,10	
,20	17 30,0	G0	11,85	1,29	
,23:	12 15,2:	O7 (f)	*		12 4979
,23	17 35,0	A0	11,03	0,23	167929
,26	13 10,5	F8	9,59 *	0,63	13 4916
,26	13 45,5	B9	10,68	0,29	13 4914
,26	15 18,0	F8	11,48	0,91	
,27	11 18,7	O8 (I?)	10,28	0,94	11 4586
,27	15 11,6	F8	12,22	0,71	
,28	15 52,7	A0	12,16	0,43	
,29	16 26,2	B9	11,64	0,35	
,30	13 33,9:	G3	10,61	0,75	13 4915
,30:	17 36,0	A8	11,37	0,37	313003
,32	11 55,0	B2	10,77	1,20	11 4587
,32:	12 16,3:	O8f	8,06		12 4980
,32	14 16,3	F8	12,04	0,56	
,32	18 29,0	K	11,43	1,51	
,33	13 37,3	G5	11,48	1,58	13 4917
,33	14 23,4	G0	11,91	1,00	
,33	14 30,4	K3	11,67	1,84	14 4977
,33	14 39,4	A5	12,04	0,43	
,33	15 24,2	A8	12,03	0,55	
,33	16 09,5	G0	11,97	0,51	
,33	18 27,7	B5	10,58	0,26	313046

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	°		m	m	°
,35:	12 15,0:	B	10,03		12 4981
,35	12 50,7	A3	11,53	0,54	
,35	18 39,0	B3:	11,06:	0,56:	313049
,36	12 12,0	B0 II	9,89	0,68	12 4982
,36	15 35,4	B2	10,52	0,30	15 4913
,36	18 51,4	A5	11,43	0,38	313064
,37	15 37,9	K3:	11,04	1,47	15 4914
,38	17 01,1	A5	12,31	0,57	
,38	12 06,8	B0	11,06	0,72	
,39	15 36,7	F8:	11,95	1,84	
,40	11 59,8	B0	11,92	1,19	
,40	12 33,0	B9	11,80	0,43	
,40	14 20,8	B8:	11,57	0,29	
,40	14 43,5	K0	11,02	1,47	14 4978
,40	16 03,9	A	11,72	0,31	
,41	16 57,2	B9	10,25	0,05	16 4801
,42	15 10,5	B	12,55	0,79:	
,44	17 34,6	A0	10,32	0,12	17 5119
,44	18 29,3	K2	9,64:		18 4895
,45	12 28,5	A0	11,19	0,09	
,45	14 09,0	B9:	11,73	0,42	
,45	15 53,3	A0	12,40	0,20:	
,45	18 23,2	B8:	11,07	0,25	313042
,46	17 56,5	B9	11,68	0,39	313016
,46	18 09,5	B5	10,76	0,22	313024
,47	16 23,7	G0	12,13	0,88	
,47	17 26,0	K0	10,94	1,65	17 5120
,49	16 40,6	B4	9,51	0,03	16 4802
,49	18 20,4	B8	10,62	0,14	313043
,50	16 48,0	K0	11,60	1,60	
,50	17 33,0	K0	9,01:		17 5121
,52	14 24,9	B9s	11,87	0,19	
,53	11 58,5	O9 V	10,68	0,90	12 4984
,56	14 22,7	B9	10,26	0,18	14 4981
,56	15 27,5	G3	9,62	0,62	15 4916
,56	16 17,0	A1	11,48	0,33	
,56	16 59,7	A3	12,03	0,52:	
,57	12 13,3	B3	11,28	0,73	12 4985
,57	15 19,1	M	12,23		15 4915
,57	17 37,9	A0	11,83	0,33	
,58	13 24,3	B1 V	9,45	0,21	13 4919
,58	14 29,5	A0	11,09	0,11	14 4980
,58	18 02,7	A2	11,16	0,10	313019
,59	14 34,9	F5	10,20	0,43:	14 4979
,59	15 48,2	F	12,44	0,74	
,60	12 52,8	B8	10,77	0,03	12 4983
,60	18 20,5	A1	10,08	0,18	168020
,61	12 40,5	A5	11,26	0,45	
,61	16 38,1	B8	11,71	0,04	
,62	14 17,2	B3	11,46	0,18	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	[°]		^m	^m	
,62	14 54,0	A0	11,74	0,65	
,62	17 07,5	K5	10,66	2,22	17 5122
,63	17 20,6	G2	12,23	1,88	
,63	17 26,8	F2	11,53	0,44:	17 5123
,64	16 43,7	G2	11,48	1,00	
,65	14 11,4	G8	10,04	1,04	14 4984
,66	13 51,0	B3	10,31	0,37	13 4920
,66	15 25,9	A0	11,16	0,19	
,66	18 50,2	A2	11,13	0,21	313065
,67	14 42,2	M	11,83	2,47	14 4982
,67	18 22,7	B8	11,69	0,19	
,68	17 27,3	G5	11,54	1,39	17 5123
,69	14 05,3	K2	10,42	1,23	14 4985
,69	14 51,6	B9	10,02	0,04	14 4983
,69	16 55,6	A2	11,49	0,15	
,70	11 58,7	A2	10,51	0,16	12 4986
,70	13 03,7	G2	10,24	0,69	13 4922
,70	14 00,4	K2	10,73	1,67	14 4986
,71	17 48,4	B8	11,42	0,53	
,72	13 50,9	B3	10,19	0,35	13 4921
,72	15 18,5	M	11,85	2,31	
,73	16 30,7	B8	11,93	0,41	
,74	16 38,3	G0	11,97	1,64	
,75	10 52,5	F5	9,8	0,5	10 4646
,75	15 47,2	B0			15 4917
,75:	17 44,2:	A0	11,37:		17 5124
,76	13 49,6	B	10,65	0,45	
,76	18 06,7	F0	11,49	0,46:	
,77	16 17,8	A0	12,42	0,89	
,77:	18 36,5:	B2	8,6		18 4897
,77:	18 38,0:	B0 Ib	7,7*		18 4896
,78	13 46,4	B0:	10,67	0,94	13 4923
,78:	17 44,5:	K	11,14:	2,17:	17 5124
,80	14 14,7	A2	10,26	0,34	14 4987
,80	16 13,0	A0	12,15	0,42	
,80	17 04,6	B5	10,06	0,14	17 5125
,80	18 17,0	A0:	10,73	0,27	
,81	13 55,5	G8	11,01	1,62	13 4924
,81	14 20,7	A0	11,58	0,44	
,82	15 18,2	A0	11,87	0,41	
,82	15 04,6	A0	12,63	0,60	
,83	15 52,6	A0	11,62	0,28	
,83	16 52,4	A0	11,20	0,28	
,83	17 21,5	A2	11,49	0,51	17 5126
,83	18 01,5	B2	10,21	0,35	18 4898
,84	18 11,2	B0,5 II	8,3		18 4900
,85	12 55,5	K2	11,16	1,84	12 4987
,85	15 27,3	A0	11,88	0,26	
,85	18 18,4	B8	9,12	—0,09	18 4899
,86	12 07,5	O5,5	9,15	0,60	12 4988

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ} \quad ' \quad ''$		m	m	
,86	13 48,5	O7	8,7:	0,0:	13 4925
,86	13 49,0	O5	8,27:		13 4926
,86	13 59,8	G8	9,50		14 4988
,87	12 18,0	B0	11,79	0,88	
,87	16 19,5	A2	9,39	0,26	16 4803
,89	17 22,1	M:	11,35	2,35	17 5126
,89	17 36,2	A0	10,04:	0,09:	168079
,89	18 48,4	F8:	11,59	0,85	
,90	13 46,5	O5	*		13 4927
,90	16 06,7	A0	11,13	0,28	
,90	18 08,9	B5	9,40:	—0,10:	18 4901
,91	14 13,2	B9	11,21	0,15	14 4990
,91	17 03,9	A8	10,93	0,52	
,91	18 00,9	B5	10,40	—0,10	18 4902
,92	16 22,7	A1	10,98	0,36	
,92	17 22,6	A1	12,32	0,45	
,93	15 29,0	G0	11,78	0,98	
,95	15 38,2	F8	11,60	0,97	
,95	18 16,4	B2	10,65	0,17	313002
,96	14 54,7	B9	10,72	0,21	14 4989
,96	17 27,0	A0	10,91	0,17	313000
,98	12 01,7	B9	10,83	0,18	12 4989
,98	13 47,5	B0 IV	10,29:	0,85:	13 4929
,98	17 09,2	F8	12,03	0,79	
,99	16 37,5	B9	11,83	0,45	
,00	12 14,4	B9	10,37	0,02	12 4990
,00	14 13,5	G8	11,46	1,55	
,00	14 23,8	A8	11,49	0,48	
,00	14 30,0	B9	11,43	0,18	
,00	15 57,7	A0	11,11	0,32	
,00	17 12,1	A2	11,45	0,43	
,00	18 15,7	B9	10,58	0,19	313021
,01	18 28,7	B9	10,95	0,51	313044
,02	12 28,5	B8	7,92		12 4991
,02	17 53,2	B8	9,16	—0,09	17 5127
,02	18 39,0	K	11,62:	1,00:	313045
,03	12 39,3	B5	11,25	0,48	
,03	15 52,2	F5	11,10	1,64	15 4919
,04	13 25,8	A0	12,39	0,65	
,05	16 14,0	A0	11,92	0,37	
,05	18 31,3	K0	8,70		18 4904
,05	18 50,7	G3	10,59	0,79	18 4903
,06	16 40,8	B8	9,50	0,00	16 4804
,06	18 17,1	G3	11,22	0,85	
,08	16 57,0	A0	11,88	0,44	
,09	11 45,7	A1	12,21	0,46	
,09	12 38,1	A2	10,30	0,35	12 4992
,09	17 20,2	B9:	12,34	0,29	
,10	11 01,5	F8	9,9*	0,6	11 4590
,10	11 31,8	M	12,09	2,73	11 4589

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	c r		m	m	
,10	13 50,8	O9,5 V	9,75:	0,32:	13° 4930
,10	15 15,0	B0	11,95	0,77	
,10	16 36,3	A0	11,46	0,18	
,11	16 51,0	B9	12,36	0,56	
,12	18 10,6	A2	11,17	0,18	313140
,13	13 33,4	K5	(9,88)*		13 4931
,13	15 33,7	G2	12,04	0,90	
,14	17 45,9	A1	11,87	0,44	
,15	11 18,0	A0	10,34	0,25	11 4591
,15	13 21,0	A1	12,34	0,67	
,15	13 40,2	B9	11,96	0,69	
,15	13 50,3	O8 V	9,32:	0,41:	13 4932
,15	15 05,7	A3	12,20	0,48	
,15	15 29,5	B2	9,98	0,77	15 4921
,15	15 46,6	A0	10,40	0,13	15 4920
,15	16 40,6	G8	9,35		16 4805
,15	16 41,2	F	11,50	0,81	
,15	16 49,5	A	12,34	0,34	
,17	15 48,9	B	10,89	0,26	
,17	18 00,2	A	11,83	0,56	
,18	14 00,6	B0 III	8,45:	0,09:	14 4991
,18	17 52,2	A0	11,66	0,14	
,20	16 19,2	B5*	8,77	—0,07	16 4806
,20	18 22,5	B5	10,68	0,14	313166
,21	16 23,7	M	10,86	2,42	16 4807
,21	17 07,3	A0	12,18	0,24	
,21	18 00,0	A0	11,58	0,20	
,22	12 33,0	A5	11,10	0,42:	
,22	15 10,5	F8	11,68	0,74	
,22	16 50,1	F0	11,58	0,57	
,22	16 58,2	G5	11,09	1,27	
,22	17 34,9	F	9,68	0,53	17 5128
,23	14 10,3	A0	12,26	0,35	
,24	18 04,5	B8	11,07	0,14	313138
,24	18 59,2	B8:	11,32	0,59	313182
,25	12 07,8	O9: II:	10,33	0,63	12 4994
,25	15 59,7	A0	10,48	0,22	16 4808
,26	11 27,2	F8	10,35	0,88	11 4592
,26	16 24,9	A1	12,08	0,49:	
,26	18 37,3	F3:	12,15	0,62	
,27	13 37,2	B8:	12,16	0,76	
,27	15 46,5	M	12,10	2,46	
,27	18 25,8	B8:	10,99	0,15	313167
,28	13 49,5	O	10,83	0,25:	13 4933
,28	14 20,7	G5	11,00	1,42	14 4992
,28	15 19,8	M	12,36	2,29	
,30	11 44,7	F8	11,73	0,95	
,30	12 24,0	B9	11,63	0,37	
,30	13 56,1	B3:	9,73	0,30	13 4934
,30	16 46,0	B9	10,88	0,06	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,30	[°] 16 55,0	A0	^m 11,73	^m 0,13	
,30	16 57,0	A0	11,78	0,23	
,30	17 10,2	B9	9,52	0,08	17° 5129
,31	12 10,9	B9	10,70	0,35	12 4995
,32	16 49,3	B9:	12,16	0,39	
,32	18 08,2	B5	10,10	—0,03	18 4905
,33	11 39,0	WC7 + B	9 . . . *		11 4593
,33	13 44,8	B:	11,11	0,44	
,33	18 26,0	F	11,85	0,66	
,34	18 21,0	A2	10,02	0,14	18 4906
,35	16 02,7	A0	10,99	0,41	
,35	17 25,5	A2:	12,53	0,68	
,35	17 51,4	B8s	10,41	—0,06	168186
,36	13 44,5	B9:	11,44	0,61	13 4935
,36	14 11,4	B0n	9,86	0,52	14 4994
,36	16 55,3	B9	11,79	0,14	
,37	14 37,3	B5	11,03	0,90	
,37	17 15,7	B9	11,66	0,33	
,38	12 02,5	A0	12,11	0,54	
,38	15 09,7	A	12,61	0,39	
,38	15 46,2	A1	12,56:	0,38:	
,40	12 40,6	G0:	11,15	1,14	12 4996
,40	18 09,9	K0	10,95	0,53	18 4907
,40	18 12,7	F2	11,10	0,56	313174
,40	18 59,0	G8	11,21	1,01	313168
,41	13 57,9	B1 : V:ne	10,33	0,53	13 4936
,41	16 44,4	G3	12,19	1,54	
,42	12 40,3	B9	11,13	0,03	12 4996
,42	15 11,1	K3	10,06	1,19	15 4922
,42	18 00,1	F2	11,30	0,76	
,42	18 58,5	B8	11,00	0,46	313183
,43	15 39,4	A0	11,48	0,43	
,43	18 09,3	B8	10,59	0,48	18 4907
,45	15 42,7	A:	11,63	0,37	
,47	12 04,6	F8	11,33	0,87	
,47	15 37,5	R6	(10 . . .) *		15 4923
,47	18 59,8	K	12,07	1,66	
,48	13 19,6	A8	11,86	0,60	
,48	16 08,7	F5	11,44	0,62	
,50	17 33,7	B8	12,16	0,54	
,50	18 14,2	B0,5 Vpe	8,70	—0,06	18 4909
,52	17 58,3	B9	10,80	0,30	313134
,54	16 46,5	K3	10,79	2,08	16 4809
,55	13 55,6	B2	10,77	0,30	13 4937
,55	14 28,0	A0	10,55	0,10	14 4995
,55	14 34,5	F0	11,75	0,64	
,55	15 31,3	A0	12,32	0,29:	
,55	17 56,7	B5	11,20	0,43	
,55	18 52,4	B3	10,14	0,57	18 4908
,56	15 51,7	A0	11,57	0,33	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	^o ' "		^m	^m	
,56	16 38,1	B9	11,55	0,00	
,56	17 23,0	G0	11,68	0,96	
,57	12 36,3	B5	11,81	0,71	
,57	14 07,5	B2	11,16	0,68	
,57	15 39,0	A0s	11,27	0,82	
,57	18 36,7	B8	11,10:	0,12:	313173
,58	15 46,8	A0	11,55	0,86	
,58	16 29,7	F2	12,15	0,48	
,60	12 19,2	F5	11,34	0,89	
,60	17 44,8	K0	10,46	1,35	17° 5130
,62	12 14,7	G8	11,21	1,52	12 4997
,62	17 37,2	B9	11,03	0,16	313132
,63	14 39,0	K2	12,02	2,38	14 4996
,63	17 52,5	B5	10,68	0,23	313133
,64	15 19,5	B2	11,21	0,93	
,65	10 58,0	K0	11,46	1,92	11 4594
,65	15 54,2	K2	11,80	1,85	15 4924
,65	16 48,0	B9	10,88	0,33	16 4810
,66	10 43,5	K0	9,87	0,81:	10 4649
,67	16 51,2	A1	11,32	0,36	168277
,67	17 53,8	B8	11,48	0,21	
,68	15 13,5	A0:	12,23	0,27	
,70	15 36,0	F8	10,65	0,54	15 4925
,70	16 01,5	F8	9,84 *	0,66	16 4811
,70	17 59,7	B9	11,24	0,37	
,70	18 12,4	K0	10,72	1,74	18 4910
,70	18 28,5	B5	11,22	0,47	313170
,70	18 43,9	A0	10,50	0,17	168248
,71	14 48,2	A0	9,75 *	0,40	14 4997
,72	12 42,0	A2	10,97 *	0,30	12 4998
,72	14 02,7	G8	11,61	1,41	
,72	18 57,5	K2	11,41	1,46	313184
,73	15 14,7	A0	10,83	0,23	168301
,75	12 19,6	K2	10,40	1,28	12 4999
,75	15 50,1	A0	11,18	0,36	
,75	18 05,1	B5	9,95	0,17	18 4911
,77	16 01,8	B5V	9,43	0,06	16 4812
,77	17 36,0	F5	11,95	0,71	
,78	17 04,0	A1	11,09	0,48	168303
,78	17 54,2	B9	11,49	0,23	
,78	18 26,6	A0	10,21	0,03	18 4912
,79	14 36,7	A0	10,98	0,15	
,79	15 10,2	A0:	12,83	0,44	
,80	12 39,0	K0	10,42	0,88	12 5000
,80	16 55,3	G0	12,38	0,99	
,80	18 11,2	B8	9,02 *	-0,13	18 4913
,80	18 53,8	B9	11,20	0,36	313181
,84	10 57,2		9,19:		10 4651
,84	16 04,0	B9	11,15	0,31	
,84	17 30,9	A0	10,00	0,13	17 5131

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,84	18 29,2	G8	10,59	1,30	18 4914
,85	16 57,0	B5:	11,22	—0,15:	
,85	18 31,8	A0	9,99	0,27	18 4915
,86	17 09,7	F0	11,30	0,85	
,88	16 04,8	A0	12,04	0,53	
,89	11 18,8	A0	11,65	0,49	
,89	16 38,2	B5	11,64	0,69	
,90	15 01,9	G2	11,63	0,93	
,90	17 03,4	A0	10,27	0,10	17 5134
,90	17 30,7	A8	9,90	0,42	17 5132
,92	11 36,1	G5	12,15	1,89	
,92	17 08,5	B5	10,34	0,11	
,92	17 46,5	K3	8,54		17 5133
,92	18 32,2	B9:	11,35		
,93	12 31,8	G8	10,16	1,86:	12 5001
,93	13 27,0	A1:	12,22	0,97	
,93	15 40,8	B5	12,17	0,43	
,93	18 35,4	A	11,25	0,46	
,94	14 41,2	A0	10,85	0,41	14 4998
,94	15 07,9	A0	12,43	0,45	
,95	12 39,2	F8	11,81	0,76	
,95	18 05,8	B8	10,74	0,09	313137
,95	18 43,7	B0	11,11	0,80	313175
,96	14 06,0	A0	10,21	0,18	14 4999
,97	16 40,5	A	12,54	0,35	
,97	18 12,0	A	11,74	0,25	
,98	13 58,5	A0	12,17	0,33	
,98	16 48,4	A	11,72	0,19	
,98	17 05,7	B2n	8,87	0,16	17 5136
,98	17 16,3	A2	11,24	0,29	
,99	14 58,4	A	12,73	0,80	
,00	11 56,5	A2	10,52	0,52	11 4595
,00	16 05,8	A0	11,48	0,11	
,00	16 43,5	K2	11,87	1,68	
,00	17 06,8	B	10,47	0,15	
,00	17 38,2	F3	8,67	0,22	17 5135
,01	18 57,5	A5	10,84	0,56	168353
,02	15 07,2	A0	11,46	0,22	15 4926
,02	16 20,2	A5:	12,44	0,27	
,02	16 29,4	F5	12,13	0,52	
,02	16 38,8	G:	12,49	1,08	
,02	17 19,0	B9	10,97	0,22	
,03	13 25,4	G3	11,48	1,60	13 4938
,03	17 09,7	B9	10,67	0,29	
,04	10 54,7	K0	9,69		10 4652
,04	12 31,2	F5	9,65	0,53	12 5002
,04	16 52,9	F	12,30	0,70	
,04	17 04,9	A2:	9,73	0,48	17 5137
,04	18 16,3	A3	11,44	0,47	313165
,05	11 35,2	A0	12,12	0,54	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,05	^o 12 29,5	A0	^m 10,37	^m 0,07	12 5003
,06	13 29,5	K2	11,55	2,12	13 4939
,06	14 58,6	B	12,57	0,99	
,07	14 28,3	A0	10,80	0,15	14 5000
,07	16 04,7	A0	11,18	0,24	
,07	17 39,3	A5	12,00	0,27	
,07	18 01,8	B5	11,41	0,31	313136
,08	14 49,2	A0	11,65	0,25	
,08	17 25,8	F0	11,98	0,69	
,08	18 23,4	B5	10,47	0,22:	31 3164
,09	18 27,7	F2	11,61	0,35	
,10	11 18,6	F5	7,94		11 4596
,10	12 32,1	B	11,17	0,88	12 5004
,10	15 37,2	A0	12,11	0,91	
,10:	17 08,0:	B	10,02:	0,26:	17 5138
,10	17 53,5	F8	11,74	0,81	
,10.	18 14,8	F:	12,24	0,92	
,11	18 28,0	F2:	11,42	0,36	
,12:	17 07,0:	B0:	10,16:	0,14:	17 5138
,12	17 37,8	B8:	11,78	0,19	
,15	13 41,7	G5	11,01	0,87	13 4940
,15	15 31,8	F0	12,39	0,81	
,15	17 04,6	B3	9,66:	0,55:	17 5139
,15	18 45,4	A0	11,43	0,08	313176
,16	17 06,7	B3	10,46	0,09	
,17	13 35,2	A1	12,10	0,69	
,18	14 44,4	A0	11,29	0,63	14 5001
,18	16 53,3	B9	12,25	0,35	
,19	10 40,9	G5	10,55	0,63	10 4654
,19	18 04,3	F2	11,35	0,29	
,19	18 48,9	G3	11,46	1,38	313177
,20	14 31,5	A0	12,35	0,55	
,20	16 22,9	K2	11,50	1,38	
,20	17 59,2	A0	11,29	0,11	313135
,20	18 24,9	F:	11,71	0,36	
,21	16 13,5	B5:	11,75	0,38	
,21	18 22,6	B5	11,22	0,24	
,22	16 06,2	A0	11,34	0,26	
,25	13 04,5	O9,5 IV	10,67	1,18	13 4911
,25	15 36,7	A0	11,96	0,81	
,25	18 42,6	B9	10,21	0,31	18 4916
,27	15 51,0	K4 III	6,2		15 4927
,27	17 13,9	A5	11,18	0,47	
,28	16 33,0	B8s:	11,73	1,16	
,28	17 08,4	B3	10,22	0,16	17 5140
,30	12 45,0	A3	11,29	0,51	12 5007
,30	16 01,5	G0	10,42	0,68	16 4813
,30	18 07,5	A2	11,10	0,31	313144
,34	11 23,8	A0	11,61	0,36	
,34	16 48,1	A0	11,26	0,43	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,35	^o 11 28,9	A0	^m 10,72	^m 0,46	^o 11 4598
,35	11 48,0	K2	11,67	2,17	11 4597
,35	17 44,7	A0	10,84	0,20	313131
,36	12 39,7	B0,5 III	10,66	1,07	12 5008
,36	16 50,4	B8	10,23	0,03	16 4814
,36	18 36,7	F0	9,35	0,31	18 4917
,38	15 13,8	F8	12,13	0,81	
,38	15 40,9	B3	10,48	0,60	15 4928
,38	17 01,5	B2 III	9,84	0,38	17 5141
,38	17 13,5	A	11,97	0,27	
,39	17 51,6	B2:	11,09	0,49	
,40	16 22,8	A0	12,60	0,37	
,41	13 59,8	A	12,65	0,61	
,42	18 01,9	G	11,85	1,58	
,42	18 51,5	A0	11,74	0,22	313179
,42	16 50,1	A0	12,11	0,29	
,43	14 23,5	B8	12,27	0,66	
,43	17 53,7	A2	11,17	0,38	313130
,43	18 19,6	B8	10,34	0,10	18 4918
,44	15 05,8	O6p	10,17	0,80	15 4930
,46	14 52,5	O8 V	9,37	0,62	14 5002
,47	15 14,2	K3	10,24		15 4929
,47	15 37,2	A0	11,23	0,41	
,48	16 37,5	F8	12,19	0,79	
,50	12 11,8	O8	10,21	0,74	12 5009
,50	15 16,0	G	11,07	1,58	
,52	15 49,8	G0	10,41	0,69	15 4931
,52	16 31,2	B9	11,80	0,20	
,52	17 48,3	A0	12,17	0,27	
,52	18 21,0	B5	11,25	0,27	313162
,52	18 55,2	A0	11,97:	0,35:	313180
,54	15 57,7	A5	10,11	0,29	16 4815
,54	16 09,4	F8	11,59	0,80:	
,55	16 23,6	A0:	11,81	0,17	
,55	17 01,0	A1	11,78	0,19:	
,55	18 14,1	B8	11,15	0,37	313160
,55	18 29,4	B5n	10,34	0,15	18 4919
,55	18 48,3	B5	11,02	0,61	313178
,56	17 08,2	B8	9,46	0,12	17 5142
,57	10 37,2	A0	11,72	0,68	10 4659
,59	15 43,6	A0:	12,13	0,44	
,60	16 13,3	K2	11,30	2,09	16 4816
,60	16 18,3	A	11,73	0,30	
,60	17 50,5	K	12,17	1,63	
,61	12 58,9	A0	10,44	0,16	13 4943
,61	14 29,2	A0	11,70	0,66	
,61	15 51,2	B8	9,95	0,05	15 4932
,61	16 31,3	A0	11,19	0,18	
,61	17 07,5	B9	9,83	0,02	17 5143
,62	10 56,2	G3	11,66	0,97	10 4660

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	°		m	m	
,63	15 21,0	A0	12,03	0,37	
,63	18 14,2	B5	11,29	0,32	313159
,64	14 04,2	A1	12,18	0,72	°
,65	10 45,7	F8	10,20	0,37	10 4651
,65	15 25,3	K3	10,33	1,63	15 4933
,65	17 47,8	B	11,62	0,23	
,67	13 43,3	G8	11,52	2,32	13 4942
,67	15 44,4	F2	11,01	0,57	
,68	12 43,5	G0	12,20	1,24	
,68	15 09,5	A3	11,53	0,60	
,68	16 20,7	B5	10,51	—0,10	16 4817
,68	18 19,8	K	11,48	1,60	313161
,69	13 33,4	A0	12,19	0,49	
,69	17 50,4	B5	10,95	0,42	313129
,70	18 35,1	A1	11,11	0,47	
,72	14 09,3	G0	10,20	0,60	14 5004
,73	13 03,1	A0	10,85;	0,19:	
,73	14 23,4	K2	11,89	1,53	14 5003
,74	12 17,5	A0	10,69	0,19	12 5010
,74	16 12,0	B0	10,45	0,77:	16 4818
,75	15 35,1	A0	11,45	0,63	
,75	16 49,2	A0	11,04	0,32	168487
,75	18 12,6	A1	10,74	0,32	313158
,76	13 59,1	O8	9,80	0,54	14 5005
,76	17 46,5	B0 III	8,77	0,17	17 5144
,77	17 30,2	B5:	12,38	0,65:	
,78	12 28,5	B9	11,64	0,15	
,78	12 52,5	A0	10,01	0,16	12 5011
,78	16 52,3	A0	11,35	0,33	
,78	17 49,5		11,61	0,61	
,79	17 00,6	B9	10,68	0,23	
,80	13 20,2	A0	11,00	0,31	13 4944
,80	13 40,9	A0:	11,22	0,44	
,80	17 41,1	B0,5 II	9,58	0,51	17 5145
,81	12 07,8	A0	10,90	0,23	12 5012
,81	18 04,0	A:	11,51	0,74	
,82	13 31,4	B5	11,23	0,32	
,82	15 25,8	A3	12,05	0,64	
,82	17 00,0	A0	12,28	0,52	
,82	17 32,1	F0	12,13	0,81	
,82	18 37,8	B9:	12,05	0,49	
,83	17 18,0	G8	10,84	1,51	17 5146
,83	18 23,5	F	12,03	0,75	
,84	14 03,4	B2:	11,20	0,41	
,85	16 06,7	G0	11,72	0,63:	16 4819
,89	15 05,2	A0	10,02	0,20	15 4934
,89	16 03,4	B8	11,45	0,28	
,89	18 18,3	A0	11,22	0,17	313157
,90	15 40,5	A1	11,85	0,68	
,90	17 14,2	A0	10,57	0,05	17 5147

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,91	11 18,0	F8	10,20	0,71	11 4600
,92	13 35,1	F5	11,02	0,75	13 4945
,92	16 02,5	B0	10,13	0,56	16 4822
,92	16 41,5	F8	10,94	0,72	
,93	12 24,0	K5	11,95	1,98	
,93	16 19,0	K0	10,69	1,50	16 4821
,93	17 01,0	A0	12,32	0,36	
,93	17 46,5	B3	11,12	0,26	
,94	14 48,0	B0	11,71	0,95	
,94	17 13,6	B8	10,70	0,38	17 5147
,94	17 41,7	B5	11,30	0,50	
,96	11 40,2	A0	11,42	0,42	11 4601
,96	15 36,9	G5:	12,20	1,77	
,96	18 25,5	B5	10,65	0,53	18 4920
,97	12 16,2	B9	11,36	0,26	
,97	13 34,5	O	11,55	1,47	13 4946
,97	14 40,2	F8	11,57	0,92	
,98	12 22,2	A0	12,12	0,38	12 5013
,98	15 28,9	A0	10,42	0,10	15 4935
,99	14 24,5	B9	12,36	0,55	
,99	17 38,5	B5	11,46	0,49	
,00	15 30,3	M	11,23	2,35	15 4936
,00	15 58,5	G0	10,95	0,79	16 4823
,00	16 03,0	A0	10,38	0,12	16 4824
,00	16 18,4	A0	11,63	0,26	
,01	16 43,9	A0	11,34	0,13	
,02	11 37,2	B9:	12,47	0,71	
,02	13 16,5	F5	11,67	0,89	
,02	13 40,5	B8:	11,05 *	0,48	
,02	15 42,2	F0	12,39	0,62:	
,02	16 03,9	G0	10,79	0,74	16 4825
,02	16 15,1	F3	11,99	0,8:	
,02	17 30,7	B0	10,67	0,92	17 5148
,03	15 34,6	K2	11,76	1,80	
,03	15 44,9	B9	11,90	0,38	
,04	17 39,9	A	12,00	0,71	
,05	11 52,5	A0	11,84	0,41	
,05	15 33,4	A	12,68	0,52	
,05	16 31,4	A0	12,45	0,25	
,05	17 45,8	B3:	11,98	0,60	
,07	12 45,7	A0	9,89	0,24	12 5014
,07	15 55,1	B2:	11,36	0,58	
,07	17 01,3	*	11,13	0,90	
,09	16 34,2	A	12,39	0,37:	
,09	17 40,7	A8	11,95	0,33	
,10	15 19,4	K5	11,60	2,50	15 4937
,10	17 10,2	B3Ib	8,25		17 5149
,10	17 15,0	B	9,79:*	0,87:	17 5150
,11	18 16,4	B5	11,18	0,77	313156
,11	18 38,1	A2	9,97	0,10	18 4921

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,12	14 40,7	K5	11,91	2,58	14 5007
,12	14 57,0	A0	10,08	0,18	14 5006
,12	15 44,8	A	12,08	0,35	
,12	16 06,9	B0	11,14	0,78	
,13	14 02,7	A0	12,68	0,45:	
,13	17 24,5	F	12,01	0,83	
,13	18 59,8	B9	10,48	0,11	
,15	12 26,3	A0	11,38	0,23	
,15	15 15,3	K2	8,82:		15 4938
,15	16 01,8	O5	10,54	0,85	16 4826
,16	15 08,9	A0	12,22	0,37	
,17	13 59,2	B9	11,90	0,41	
,17	15 11,0	A5	11,10	0,48	
,18	13 54,0	A0	11,93	0,40	
,18	16 21,3	A:	12,12	0,52	
,18	17 36,5	B8	11,13	0,15	313126
,18	18 05,9	B	9,92*	0,73	18 4922
,18	18 14,6	B9	10,98	0,47	168554
,19	13 43,8	F8	11,78	0,94	
,19:	16 05,4:	A	11,42:	0,49:	
,20:	16 05,4:	A0	10,01	0,21	16 4827
,20	16 20,6	A:	12,33	0,48	
,20	16 37,4	A0	10,64	0,06	168570
,20	18 04,0	B	10,82	0,43	
,21	17 09,0	B2:	10,67	0,87	
,22	16 00,4	B:	11,54	0,25	
,22	18 18,8	A0	12,08	0,53	
,23	12 22,2	F8	11,46	0,71	
,23	14 11,4	A8	10,41	0,59	14 5009
,23	14 54,6	F5	11,95	0,90	
,24	12 37,5	A0	11,95	0,34	
,24	13 57,3	A1	12,30	0,66:	
,24	14 47,7	F8	10,74	0,83	14 5008
,24	15 41,8	G3	11,06	0,86	168584
,24	17 59,7	F0	10,66	0,40	
,25	12 04,5	B9	11,48	0,24	
,25	15 00,3	K5	10,20		15 4939
,25	15 19,0	A0	10,46	0,16	
,25	16 00,2	B	11,46	0,36	
,25	17 23,9:	B1 Ib—II	8,10		17 5151
,25	17 39,9	B5	11,18	0,33	313125
,26	16 11,9	A0	11,69	0,33:	
,26	16 29,3	A	12,40	0,53	
,27	12 54,8	F8	11,91	0,80	
,27	18 58,2	G0	11,64	0,79	313187
,28	10 42,0	A1	12,10	0,74	
,28	16 01,5	A0	9,31	0,04	16 4828
,30	12 44,2	A1:	12,44	0,37	
,30	13 36,0	B9	11,52	0,26	
,30	15 07,4	F8	12,05	0,94	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	°		m	m	°
,31	14 06,0	F8	12,29	0,94	
,32	12 30,4	G5	11,00	1,44	12 5015
,32	16 07,1	F0	11,79	0,64	
,33	18 01,4	F0	10,31 *	0,37	18 4924
,33	18 23,0	A0	11,08	0,24	313154
,35	16 23,9:	B9 Ia+ :p	9,94		16 4829
,36	11 51,4	A0	12,29	0,43	
,38	13 30,7	A	12,21	0,61:	
,38	16 09,5	B9	11,65	0,30	
,39	16 46,8	A0	11,82	0,43	
,39	18 24,1	A0:	12,08	0,59	
,40	13 30,8	A	12,23	0,84:	
,40	17 37,9	G0	12,01	1,06	
,42	16 23,8:	B8 Ia?	9,90		16 4830
,42	17 13,4	A3	10,89	0,22	
,42	18 50,8	A	10,66	0,28	18 4925
,43	16 33,8	A0	11,23	0,13	
,44	13 40,5	A0	11,94	0,34	
,44	18 22,9	A0	11,28	0,21	313153
,44	18 53,2	eG1v	6,0 *		18 4926
,45	16 00,3	B0	11,21	1,14	16 4831
,46	13 47,7	B8	11,66	0,41	
,46	15 17,9	G0	12,42	0,68	
,48	13 02,8	A1	12,08	0,09	
,48	18 29,8	B0	10,90	0,91	313151
,49	14 33,0	B2	11,37	0,85	
,49	16 40,5	G	12,41	1,36	
,50	11 20,2	K2	11,51	1,66	11 4602
,50	13 48,7	A0	9,15	0,11	13 4947
,50	14 07,5	K2	12,05	1,66	
,50	16 18,6	G0	11,72	1,61	
,50	17 39,6	A0	10,30	0,00	17 5152
,52	16 14,9	A0	11,92	0,49	
,53	18 26,4	F5	11,68	0,64	313152
,54	16 02,4	B5	10,18	0,36	16 4832
,54	18 53,8	A	11,57:	0,66:	313189
,55	13 07,7	F8	10,20	0,60	13 4949
,55	15 23,6	G5	10,82	1,44	15 4940
,55	18 33,5	A2	10,19	0,19	18 4927
,56	11 37,9	B9	10,14	0,18	11 4603
,56	11 53,8	F5	11,66	0,78	
,56	12 06,4	A0	11,38	0,39	
,56	16 18,7	A2	11,76	0,54	
,56	17 04,5	F0:	11,41	0,65	
,57	15 58,6	B8	10,29	0,61	16 4834
,57	17 12,0	G0	11,52	1,37	
,58	16 54,2	K2	11,45	2,38	16 4833
,58	17 41,2	K0	11,38	1,55	17 5153
,60	12 30,5	A0	10,00	0,19	12 5016
,60	14 29,7	B	12,22	0,79	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	°		m	m	°
,60:	15 03,4:	A0	10,87	0,40	15 4941
,61	13 18,2	G0	12,07	1,31	
,61:	15 03,2:	A0	10,89	0,47	15 4941
,63	15 34,4	A2	12,28	0,39	
,63	18 27,1	K0	10,40	1,54	18 4928
,65	14 50,1	G0	12,26	1,37	
,66	17 27,6	A0	11,12	0,48	313123
,67	12 40,9	A	11,91	0,90	
,67	12 42,0	G	11,82	0,70	
,67	15 57,2	A1	11,70	0,29	
,67	16 29,9	G	12,62	1,68	
,67	17 43,9	B2	10,53	0,30	313128
,68	17 57,3	A0	9,83	0,33	18 4930
,70	11 43,2	K5	11,28	2,27	11 4604
,70	13 39,3	A1	12,25	0,41	
,70	16 12,8	K0	11,13	1,45	16 4835
,70	16 50,2	A0	12,17	0,38	
,70	18 10,0	F8	10,28	0,69	18 4929
,75	17 17,8	A0	9,48	0,10	17 5155
,75	18 17,9	A0	10,18	0,21	18 4932
,75	18 32,4	F2	9,53	0,55	18 4931
,76	17 01,6	A1	11,56	0,36	
,77	11 52,2	F8	10,89	0,65	
,77	16 27,3	G2	12,22	1,18	
,77	17 25,4	A	11,51	0,31	
,77	18 11,5	B9:	11,95	0,51	
,78	15 20,4	F8	11,16	0,77	
,78	17 18,7	B	10,87	0,48	
,78	17 38,2	B:	10,93	0,56	
,78	18 59,8	B8	11,32:	0,57:	313192
,79	16 32,4	A	12,43	0,29	
,79	17 54,8	B4	9,23	0,27	17 5154
,80	12 29,4	B9	10,83	0,21	12 5017
,80	15 20,4	A2:	12,23:	0,27:	
,80	17 40,8	B0	10,20	0,26	17 5156
,80	18 04,0	K3	10,92:	2,00:	18 4933
,81	15 54,1	B9	11,65	0,89:	
,81	17 19,0	A0	10,57	0,21	168704
,82	15 40,5	G8	11,01	1,74	15 4942
,82	18 18,8	B5	10,86	0,35	313149
,83	11 55,8	B5	11,61	0,58	
,83	14 17,6	K0	11,38	2,07	14 5010
,83	14 39,2	G5	11,85	1,79	
,83	15 35,8	G3	12,14	1,41	
,83	16 11,0	A0	11,50	0,44	
,85	14 33,6	A5	12,13	0,92	
,85	14 45,0	B9	11,90	0,45	
,85	15 42,1	G5	12,57	0,84	
,87	14 57,7	A2	11,88	0,58	
,88	12 26,2	B0	11,34	1,67	12 5018

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ} \quad '$		m	m	$^{\circ}$
,88	16 57,8	K0	10,67	1,56	17 5157
,88	17 13,6	A5	11,57	0,49	
,88	17 55,5	A3	10,99	0,51	313146
,90	12 45,7	K5	12,26	1,86	
,90	15 57,5	F5	11,30	0,59	
,90	17 54,4	B9:	11,31	0,27	
,91	18 10,4	B9	11,25	0,30	313147
,92	16 20,8	gK0	9,19		16 4836
,94	16 44,3	B8:	11,01	0,37	
,94	16 45,3	A0	10,49	0,27	16 8727
,94	18 24,0	B9:	11,73	0,53	
,95	15 47,6	A0	11,60	0,30	
,95:	19 00,0	A0	11,59	0,31	313193
,96	16 37,5	B7	9,84	0,09	16 4837
,97	15 14,9	K5	11,07	2,40	15 4943
,98	12 59,7	A0	11,77	0,44	
,98	15 45,8	A0	12,08	0,36	
,98	16 53,6	A	11,02	0,17	
,98	18 04,5	A	12,31	0,68	
,99	15 33,8	A0	12,12	0,80	
,99	17 09,7	A0	11,95	0,60	
,02	16 27,8	G0	12,18	1,01	
,03	11 40,2	A0	10,24 *	0,29	11 4605
,04	15 16,7	A0	10,67	0,08	15 4944
,04	17 11,9	B9	10,64	0,14	168728
,05	11 57,0	G5	8,47		11 4606
,07	16 32,4	G2	11,05	1,67	16 4838
,08	18 43,8	F5	11,46	0,69	313191
,08	18 52,3	A0	10,37	0,18	18 4934
,09	18 04,7	A0:	11,73	1,00	
,10	15 31,1	A3	11,82	0,43	
,11	16 53,7	F	12,23	0,82	
,12	14 17,5	A	12,59	0,51	
,12	15 16,1	A2:	12,29	0,21	
,12	18 22,8	B9	11,67	0,57	
,12	18 28,5	B	11,90	0,60	313150
,13	17 07,4	B5	10,62	0,04	17 5158
,14	11 41,5	F8	10,27	0,62	11 4607
,15	15 03,3	A5	12,39	0,63	
,15	15 29,3	F8	11,49	0,93	
,17	15 47,6	A:	11,39	0,84	
,18	11 25,8	K0	11,09	1,54	11 4608
,18	13 20,2	A1	10,66:	0,47:	13 4951
,18	13 55,5	O	12,21	1,81	
,19	16 27,1	A0	11,33	0,13	
,20	15 07,1	K2	11,50	2,20	15 4945
,21	13 04,0	B9	11,92	0,28	
,23	14 03,0	B5	10,92	0,66	14 5011
,23	15 09,3	K2	12,15	1,60	
,23	15 48,4	A0	11,52	0,49	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	°		m	m	°
,25	17 26,4	B4	9,71	0,31	17 5159
,26	13 01,2	A1	11,86	0,52	
,26	16 11,5	B9	12,19	0,40	
,27	11 10,2	B9	12,10	0,85	
,28	17 41,0	A0	10,06	0,16	17 5161
,29	14 46,3	A	12,75	0,58	
,30	16 29,4	A0	12,16	0,51	
,30	16 44,6	A	11,61	0,41	
,30	17 04,5	B	11,32	0,65	
,32	16 41,3	A1	11,50	0,40	
,33	13 15,3	G0	11,59	1,04	
,33	18 57,5	B9	10,75	0,41	168784
,35	15 07,0	gK5, gF5	8,03 *		15 4946
,36	13 59,8	M	11,68	2,44	14 5012
,36	15 49,0	G2	12,13	1,66	
,36	17 03,8	B9	11,28	0,36	
,37	16 19,4	A	12,32	0,20:	
,38	16 51,6	A0	11,80	0,42	
,40	12 39,3	O	11,69	2,10	12 5019
,41	17 15,2	F	11,85	0,59	
,42	14 25,6	A2 Ib	7,6		14 5013
,42	14 54,8	A0	11,43	0,19	
,43	13 09,3	A0	11,58	0,40	
,43	13 54,2	B5	11,93	0,73	
,44	16 54,3	B9	9,71	0,25	16 4839
,45	11 33,6	B9	12,13	0,30	
,45	13 59,2	F5	11,56	0,83	
,46	12 23,2	F8	10,94	0,71	12 5020
,47	11 29,0	A1	11,22	0,61	11 4609
,47	15 42,6	G0	12,35	1,09	
,47	16 05,4	G5	10,15	1,41	16 4840
,48	16 03,0	A0	11,42	0,30	
,48	17 29,1	A1	12,21	0,41	
,49	12 35,8	B9	11,93	0,85	
,49	16 22,5	G0	12,18	1,07:	
,50	13 01,0	G8	11,0	2,4	13 4952
,50	15 31,3	F8	11,50	1,73	15 4947
,53	14 39,0	B0	10,80 *	0,83	14 5014
,54	15 21,2	A0	12,04	0,20	
,55	15 14,0	A0	11,84	0,34	
,55	16 34,5	A0	9,92	0,09	16 4841
,56	15 54,9	A0	11,93	0,49	
,56	16 11,5	G	12,64	1,80	
,57	11 48,6	B9	10,58	0,04	
,57	15 07,1	F0	11,76	1,06	
,57	15 38,5	G8	11,21	1,43	15 4948
,57	16 55,5	G0	11,28	1,36	
,58	17 32,9	K2	11,19	2,87	17 5162
,59	13 09,0	K0	12,12	1,70	
,60	14 51,0	B8	12,27	0,59	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ} \quad ' \quad ''$		m	m	$^{\circ}$
,62	14 45,0	A3	11,91	0,47	
,62	17 19,0	A0	8,95	0,01	17 5163
,63	13 58,3	B0	12,07	0,72	
,63	15 05,0	A	12,40	0,70	
,63	15 09,8	A0	12,32	0,32	
,63	15 24,7	A1	12,20	0,41	
,63	15 35,6	A0	12,18	0,34	
,64	16 03,9	A0	11,54	0,52	
,65	16 13,2	K2	11,28	1,35	16 4843
,65	17 38,4	G:	11,53	1,25	
,66	13 05,7	A0	10,49	0,09	13 4953
,66	15 36,9	A0	11,93	0,63	
,66	16 36,9	G8	10,96	1,64	16 4842
,66	17 37,5	A0	11,09	0,27	
,67	11 54,3	A2	11,62	0,32	
,67	16 02,5	A2	10,29	0,30	16 4845
,67	16 09,7	A0	11,54	0,34	
,67	16 21,0	B8	10,34	0,00	16 4844
,67	17 45,6	K	12,10	2,69	
,67	18 03,7	B8	11,71	0,33	
,68	18 20,4	A2	10,57	0,14	18 4935
,71	11 50,7	G0	11,14	0,73	11 4611
,72	13 08,3	B9	10,94	0,34	13 4954
,72	13 50,8	A0	12,02	0,58	
,72	14 52,9	A0	11,66	0,29	
,72	17 17,5	A0	11,45	0,49	
,73	17 44,1	A0	10,78	0,03:	313254
,74	13 21,6	A3	11,67	0,46	
,74	16 09,8	K0	11,57	2,47	16 4846
,74	18 02,9	A0	10,02	0,05	18 4936
,74	18 12,9	G0	11,25	0,83	31 3268
,75	14 57,2	A3	10,78	0,31	14 5015
,75	17 00,6	A3	10,50	0,05	168861
,75	18 02,0	A2	10,42	1,27	18 4937
,76	17 25,5	B8	9,86	0,49	17 5164
,76	17 43,3	B9	11,07	0,27	313253
,77	14 23,6	B0:	11,88	1,37	
,79	15 09,6	F8	10,87	0,65	
,80	18 01,3	F0	11,43	0,68	313257
,82	11 27,3	A0	11,83	0,39	
,82	12 11,4	A5	12,03	0,63	
,82	14 52,7	A0	12,15	0,60	
,83	12 04,2	G3	10,85	1,49	12 5021
,84	11 09,0	B2	12,28	1,00	
,84	15 29,8	A2:	12,22	0,19	
,84	17 23,3	K3	11,16	1,71	313239
,84	18 44,7	A0	9,40	0,09	18 4938
,85	11 54,0	G5	8,58 *		11 4613
,85	14 40,6	BIII	9,99:	0,77:	14 5016
,85	17 02,0	A0	10,45	0,18	168877

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	° ' "		m	m	
,85	17 31,1	B5	10,32	0,39	
,87	16 36,6	G0	11,97	1,00	
,88	14 52,4	A3	12,47	0,46	
,89	15 35,7	A0	12,24	0,40	
,89	16 17,1	A2	10,66	0,05	168895
,89	16 28,0	F8	11,81	0,98	
,90	17 43,7	B8	10,11	0,41	17° 5166
,91	15 17,8	A1	11,51	0,23	
,91	15 24,0	A	12,60	0,41	
,91	16 21,2	A0:	12,05	0,49	
,92	14 24,0	O9v:	8,81	0,31	14 5017
,92	15 24,7	B9	10,13	0,00	15 4949
,92	16 56,8	A2	8,64	0,05	16 4847
,93	17 27,7:	B1,5Vpne	9,45	0,27	17 5167
,94	15 00,1	A8	11,54	0,66	
,95	12 03,0	A1	11,83	0,36	
,95	13 43,0	G3	11,28	1,70	13 4955
,96	17 06,6	B9:	11,21	0,38	
,97	14 52,6	F5	11,95	0,84:	
,98	14 01,8	G0	11,82	0,88	
,98	14 22,5	B9	11,40	0,27	
,98	15 55,6	A0	10,47	0,40	
,98	16 45,4	A0	11,75	0,41	
,98	16 56,0	O	11,75	0,95	
,98	17 26,9	F3	9,87	0,64	17 5168
,99	11 57,0	A0	11,92	0,54	
,99	17 23,6	K	11,33	2,25	
,00	17 07,4	G0	11,30	1,09	
,00	17 37,5	B5	10,03	0,27	17 5170
,00	17 53,1	F8	10,55	0,61	17 5169
,01	15 03,7	F8:	11,96	0,64	
,01	16 29,2	K3	12,50	2,05	
,02	16 41,0	B9	11,93	0,57	
,03	17 54,4	F0:	11,55	0,62	
,04	17 07,8	F8	11,49	1,03	
,05	11 16,5	B9	12,05	0,49	
,07	17 07,8	F8	11,99	0,84	
,07	15 22,9	B8	10,84	0,03:	15 4951
,07	17 27,6	A1:	10,99:	0,26:	
,08	11 39,0	A3	11,01	0,58	
,08	14 30,3	A1	11,67	0,68	
,08	16 20,5	A0	10,48	0,03	16 4848
,08	17 54,6	K2	11,61	1,80	
,09	13 26,8	A0	10,28	0,29	13 4957
,09	17 41,4	A2 II	8,6		17 5171
,10	11 05,2	F8:	12,17	0,90	
,11	14 31,6	K5	11,91	2,19	14 5018
,11	15 21,8	A0	11,36	0,09	
,12	11 15,0	B3	11,95	0,48	
,12	11 38,5	B9s	10,85	1,53	11 4614

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	°		m	m	
,12	13 42,0	A1	11,31	0,43	
,12	15 45,9	B9	11,64	0,58	
,12	17 14,9	B8	10,25	0,19	168935
,12	18 07,4	F5	10,85	0,68	168937
,13	11 42,2	K0	11,10	1,84	11° 4615
,13	15 56,4	A2	10,71	0,12	168970
,14	17 22,4	F8	11,44	0,82	
,15	12 40,6	G0	12,17	0,80	
,16	11 19,0	K2	11,04	2,16	11 4616
,16	11 27,2	A:	12,26	0,90	
,19	18 23,0	G0	11,74	1,06	313271
,20	10 33,2	A0	11,78	0,67	
,21	17 02,1	A0	9,07 *	0,17	17 5172
,23	16 20,0	B8	11,82	0,14	
,23	16 36,7:	B0	9,85:		16 4850
,23	17 37,6	A0	10,75	0,15	313250
,24	11 25,7	A1	11,08	0,41	11 4617
,26	16 36,7:	F2	10,11	0,96	
,28	15 38,0	G5	10,46	1,51	15 4952
,30	16 56,7	A1	12,65	0,28	
,31	14 25,3	B9	10,38	0,09	14 5019
,31	16 14,4	F5	10,40	0,49	16 4851
,32	14 59,4	A2	11,71	0,57	
,33	17 51,9	B9	11,37	0,31	313256
,37	15 23,9	A0	9,84	0,16	15 4953
,38	16 01,2	K5	11,41	2,17	16 4853
,39	17 10,7	B9	11,45	0,47	
,39	15 22,6	K	11,40	2,03	
,39	16 44,1	B5	9,43	0,12	16 4852
,40	12 01,6	B5:	11,17:	0,10:	12 5024
,41	10 53,2	A0	11,75	0,66	
,41	12 03,0	A0	6,3		12 5020
,41	17 10,4	F5:	11,26	0,98	
,42	14 24,0	G0	11,31	1,29	14 5024
,42	17 18,4	F5	9,58	0,66	17 5173
,43	12 40,8	G8	11,28	1,50	12 5023
,44	13 45,7	WR	13,00 *		169010
,45	13 37,5	B5 Ia	9,37		13 4958
,45	14 30,6	G0	10,27	0,63	14 5022
,45	16 05,3	F5	10,14	0,48	16 4854
,46	17 01,1	A2	11,51	0,40	
,47	14 28,9	A3	10,72	0,51	14 5021
,47	16 48,8	F	12,50	0,75	
,48	11 42,0	F	12,06	1,07	
,48	12 05,7	K2:	11,77	2,12	12 5025
,49	16 22,5	A0	12,05	0,25	
,50	11 49,4	G2	11,48	1,15	11 4618
,50	15 22,7	A0	12,21	0,34	
,50	17 21,0	K2	11,16	2,21	17 5174
,50	18 41,9	G3	11,48	1,22	313285

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	°		m	m	°
,51	10 31,8	A8:	12,04	0,96	
,51	17 08,4	B5	9,91	0,43	17 5175
,52	14 51,3	A0	10,47	0,12	14 5023
,54	10 56,7	F5	11,26	0,82	10 4674
,54	16 35,5	G2	11,77	1,05	
,55	12 19,8	B9	7,4		12 5026
,57	13 59,2	A0e	10,19	0,44	14 5024
,58	15 07,6	F8	12,51	0,93	
,58	15 22,5	K0	10,67	1,34	15 4954
,61	10 46,5	K2:	12,19	2,31	
,62	17 12,7	A2	10,10	0,46	17 5176
,62	17 36,9	A:	12,18	0,73	
,63	16 00,2	G2	11,74	1,46	
,64	15 07,5	F8	12,09	0,94	
,65	12 59,2	B9	10,34	0,32	13 4959
,67	14 37,5	A0	11,03	0,19	
,67	17 10,5	B5	10,00	0,41	17 5177
,67	18 03,7	K0	11,49	1,59	18 4940
,67	15 48,4	B5	10,92	0,42	
,68	14 27,0	A0	11,92	0,44	
,70	13 15,0	A0	10,75	0,33	13 4960
,70	16 36,6	A2	11,77	0,33	
,70	17 51,4	A0	11,74	0,2	
,71	14 55,6	G8	10,74	1,51	14 5025
,71	15 04,6	A0	12,42	0,49	
,71	17 06,6	B8	11,72	0,65	
,72	11 47,8	A0	12,64	0,56	
,73	10 45,0	A0	11,03	0,66	10 4675
,73	11 27,4	A0	10,53	0,26	11 4619
,73	11 58,0	O5	10,83	0,76	11 4620
,76	15 25,3	A1	11,88	0,66	
,77	16 09,6	A0	11,27	0,23	
,78	14 39,0	B9	10,14	0,01	14 5026
,78	18 02,5	K2	11,03	2,04	18 4941
,79	15 42,6	A1	11,65	0,49	
,80	17 32,4	G5	11,46	1,26	313243
,82	12 41,8	G5	10,80	1,01	12 5028
,82	13 19,3	A1:	12,49	0,61	
,82	15 28,5	A2	12,22	0,58	
,83	12 54,0	F2	11,21	0,75	12 5027
,83	13 52,5	A8	11,35	0,79	
,83	17 49,0	A0	12,02	0,41	
,84	14 38,5	A8	12,00	0,44	
,86	15 45,2	G3	11,27	1,35	15 4955
,87	17 43,9	A1	11,27	0,44	313249
,88	15 01,5	A8	12,38	0,47	
,88	15 38,7	A8	11,63	0,47	
,88	16 01,6	F8	11,54	0,73	
,89	15 47,3	G	12,29	1,66	
,91	11 40,5	A2:	12,48	0,76	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	° ' "		<i>m</i>	<i>m</i>	°
,91	17 29,2	K0	11,51	1,97	17 5178
,92	14 22,5	B0:	11,10	1,25	14 5027
,94	16 02,0	A5	10,95	0,43	
,95	15 52,0	G5	12,27	1,44	
,96	15 34,4	A:	12,47	0,78	
,98	12 10,0	A0:	11,92	0,4	12 5029
,98	43 12,0	A0	11,50	0,42	
,98	14 11,2	B1,5 Ib	10,58	1,21	14 5029
,98	14 33,7	K2	11,07	1,57	14 5028
,99	13 33,7	A0	9,98	0,43	13 4961
,00	12 28,0	F8	12,46	1,11	
,01	17 28,4	A0	11,24	0,19	313244
,02	15 30,5	B8	10,28	—0,02	15 4956
,03	15 07,0	B9	11,37	0,36	
,03	18 34,6	B9:	11,37	0,47	313274
,04	15 49,1	B5	11,23	0,37	
,04	16 39,5	F	12,47	0,47	
,04	18 29,1	A0	10,81	0,15	18 4942
,05	13 26,2	F0	12,07	0,86	
,06	13 02,5	B0:	10,62	0,30	13 4962
,06	17 06,4	A0	11,55	0,48	
,08	13 36,0	B8	11,09	0,70	
,09	15 53,4	F8	10,13	0,57	15 4957
,10	15 11,6	A0	11,42	0,32	
,10	16 07,4	F8	10,79	0,47	16 4855
,10	16 12,1	A2:	12,33	0,38	
,10	17 42,1	A0	12,25	0,56	
,15	12 25,5	G	12,19	1,80	12 5032
,16	13 30,9	A0	10,10	0,39	13 4963
,20	15 43,8	A	11,47	0,45	
,21	17 22,0	A0	10,44	0,08	17 5180
,22	12 37,2	K0	9,08		12 5031
,22	15 34,9	A8:	12,45	0,42	
,22	17 04,1	F8	11,84	1,10:	
,22	17 53,0	B	10,16	0,33	17 5179
,24	16 04,4	G0	11,96	1,21	
,25	11 10,5	B0	11,43	0,64	
,25	16 57,2	A2:	12,16	0,64	
,26	10 41,7	A2:	12,43	0,95	
,26	17 31,0	B9	10,95		17 5181
,27	14 23,7	A0	11,86	0,40	
,27	16 51,8	A2	12,22	0,54	
,30	11 25,6	B2:	11,55	0,51	
,30	11 43,0	G	12,16	1,76	11 4621
,30	15 25,9	G:	11,79	1,05	
,30	15 30,3	F5	10,41	0,53	15 4958
,30	17 37,4	A8	10,92	0,40	17 5182
,32	12 15,7	B1,5Ia	9,96	1,49	12 5033
,32	14 58,0	A0	12,03	0,47	
,32	15 19,7	A0	11,78	0,56	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	° ' "		m	m	
,32	16 05,1	F0	12,15	0,68	
,32	18 48,4	A0	10,69	0,09	313284
,35	12 14,5	Cont+I	10,12 *	1,70	12°5034
,35	16 32,9	G0	11,41	1,13	
,37	17 07,2	K2	11,97	1,64	
,38	15 06,6	F0	12,27	0,94	
,38	15 36,1	G0:	12,06	1,02	
,41	11 56,2	A1	10,45	0,28	11 4622
,42	11 25,2	A1	12,16		
,42	18 06,8	F8	9,76	1,00	18 4944
,44	15 29,7	A0	11,21	0,22	
,44	16 09,0	A0	11,33	0,36	
,44	17 21,1	A5	12,15	0,53	
,44	18 21,6	A0	10,10	0,16	18 4945
,45	11 36,0	B2:	11,96	0,40	
,45	18 40,1	A0	10,19	0,17	18 4943
,47	10 43,3	K0	11,22	1,85	10 4680
,47	16 56,3	A3	10... *	0,52	16 4857
,47	17 59,9	A8	10,90	0,45	18 4946
,48	14 12,3	B5 Ia	10,41	1,10	14 5030
,49	17 50,9	A2:	11,84	0,42	
,50	13 58,0	G0	12,20	0,96	
,52	11 16,5	K0	11,14	1,87	11 4624
,52	15 44,5	A0	12,37	0,60	
,54	11 07,3	A3	11,68	0,65	
,54	14 44,8	K0	11,27	1,82	14 5031
,55	15 23,2	A3	12,33	0,44	
,55	16 39,7	A0	11,44	0,25	
,58	11 24,7	B9	10,84	0,47	11 4625
,58	16 00,9	G0	10,41	0,48	16 4858
,58	16 58,8	A:	12,50	0,61	
,59	14 11,5	B9	11,77	0,49	
,60	11 57,5	B8	11,83	0,68	
,60	18 42,2	A0	9,88	0,03	18 4948
,61	14 47,4	K2:	10,69	2,13	14 5032
,62	15 36,0	K	12,37	2,53	
,63	14 48,7	K2	10,37	1,64	14 5033
,64	13 55,8	F8	10,81	0,61	13 4964
,65	11 45,5	A0	12,25	0,6	
,65	15 09,8	G3	10,79	0,78	169269
,66	17 44,8	A0	11,58	0,39	313248
,66	17 56,1	B5	10,07	0,43	17 5183
,68	16 50,7	A1	12,20	0,43	
,68	18 17,5	A3	11,18	0,51	313267
,69	12 58,0	G8	10,59	1,47	13 4966
,70	10 50,7	O7	10,04	0,42	10 4682
,70	13 45,7	A8	11,98	1,00	
,70	18 02,5	A0	11,02:	0,17:	18 4949
,71	18 51,9	A1:	11,19	0,52	313283
,73	17 15,2	F3	11,12	0,81	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	° ' "		m	m	°
,75	12 48,7	G0	11,81	0,83	
,75	13 41,0	B3+B0	10... *		13 4965
,75	18 39,4	K2	10,26	1,55	18 4950
,77	17 43,3	A1	10,07	0,24	17 5184
,78	11 40,5	G0	12,28	0,77	
,78	13 18,0	B8	11,33	0,42	
,78	15 25,2	A0	8,41	0,00	15 4959
,79	18 18,2	B4	9,42:	0,41:	18 4951
,81	16 07,3	F2	12,19	0,59	
,82	12 36,5	B8	11,03	0,19	12 5037
,82	12 42,0	B8	9,28:	0,15:	12 5036
,82	13 42,5	G8	11,03	1,78	13 4967
,82	14 24,0	A0	12,27	0,96	
,82	18 45,9	B0e	9,44	0,29	18 4952
,84	17 26,8	A2	11,47	0,45	17 5186
,85	12 30,0	K3	11,05	2,73:	12 5038
,85	14 46,0	K0	11,69	1,58	
,85	16 49,1	eG3v	9... *		16 4859
,85*	17 23,5	A0	11,51	0,17	313241
,88	12 12,5	B5:	11,80	0,62	
,88	13 57,0	A3	9,33	0,31	13 4968
,88	14 38,0	B5:	11,62	0,66	
,89	15 39,6	G0	11,80	0,52	
,90	10 52,5	G0	11,67	1,00	10 4685
,90	16 11,2	A0	12,11	0,33	
,91	17 15,7	M	12,14	3,31	17 5185
,91	17 51,2	A2	11,21	0,35	313261
,91	18 54,7	B9	11,12	0,49	313282
,92	16 36,2	A3	11,63	0,59	
,94	15 57,9	G0	11,54	1,50	16 4860
,95	11 23,5	A5	9,60:	0,51:	11 4626
,98	12 14,0	F	12,17	1,31	
,98	14 08,5	B9	12,22	0,83	
,99	12 11,5	A0	11,36	0,76	12 5040
,99	16 17,9	K5	10,12		16 4861
,00	11 31,0	K	12,52	3,00	11 4627
,01	14 25,0	A0	12,18	0,42	
,04	15 05,3	F8	12,03	0,91	
,08	16 01,3	G0	12,01	0,97	
,08	18 33,7	M	9,18:		18 4953
,08	18 42,0	A1	11,39	0,34	313276
,09	14 11,5	B9:	11,78	0,40	
,09	15 24,6	A0	12,88	0,85	
,09	16 17,4	A0	10,38	0,07	16 4862
,10	10 30,0	A8	11,27	0,78	10 4686
,12	17 43,6	B9	11,78	0,61	313247
,14	16 46,7	K3	11,36	2,79	16 4863
,15	13 22,0	A0	10,10	0,35	13 4969
,15	15 40,3	B0	10,47	0,66	15 4960
,17	15 32,7	F	12,05	0,69	

* Координаты звезды № 3069: 18^h20^m,85, —17°23'.5.

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	°		m	m	°
,18	17 22,1	F	11,94	0,93	
,18	18 18,0	K2	9,99		18 4954
,20	12 44,2	A	12,29	0,6	
,20	14 08,5	B9	10,13	0,26	14 5035
,20	17 27,7	A0	12,08	0,37	
,20	18 16,3	B8:	11,48	0,53	18 4955
,22	12 24,0	A0	10,90	0,21	12 5041
,22	13 33,7	A3	10,05	0,45	13 4970
,25	12 41,2	B0	11,73	1,34	12 5042
,25	15 12,1	B8	12,28	0,37	
,26	15 15,2	B9	12,02	0,60	
,27	16 45,1	A0	11,78	0,45	
,28	14 09,5	B9	12,08	0,4	
,28	14 40,5	B1,5 Ia(+?)	9,72		14 5037
,30	15 11,0	A0	10,21	0,23	15 4961
,32	15 47,2	A1	11,54	0,36	
,34	17 32,2	B0 II—III	9,94	0,66	17 5187
,34	18 07,5	A2	10,88	0,37	313264
,35	17 24,6	A	11,85	0,78:	17 5188
,36	17 24,5	B	11,27	0,83:	
,37	17 02,0	B8	11,69	0,47	
,38	15 09,1	B3:	9,57		15 4962
,40	14 11,0	G0	11,36	0,88	
,42	14 00,7	B1 Ia	7,1		14 5039
,42	14 30,5	A2	11,14	0,48	14 5038
,43	15 04,4	A3	10,49	0,55	15 4964
,43	15 27,1	B5	10,04	0,21	15 4963
,45	13 41,7	F8	10,57	0,54	13 4971
,48	15 51,8	A0	11,21	0,13	
,49	16 31,8	dF8, dF3	9,60 *	0,67	16 4864
,50	12 50,5	B8	11,89	0,24	
,50	14 02,5	A0	12,18	0,55	
,51	10 43,2	K5:	12,97	2,68	10 4691
,51	18 44,8	A5:	10,90:	0,56:	18 4956
,52	12 17,5	A	12,07	0,56	
,52	18 25,5	A2	11,32	0,63	18 4957
,55	11 38,2	K	12,76	2,40	11 4629
,55	12 33,7	B8	10,73	0,40	12 5043
,56	16 13,4	A1	10,41	0,02	16 4865
,57	15 12,7	A0	12,22	0,24	
,57	17 18,4	G5	10,83	1,55	17 5189
,58	12 12,7	G0	11,46	0,97	12 5044
,58	15 17,6	B8	10,93	0,11	
,59	16 24,3	A2	11,44	0,27	
,60	12 47,5	A0	11,61	0,48	
,60	16 30,3	K3	11,37	1,62	16 4866
,62	16 03,7	G0	12,41	1,03	
,65	16 17,3	G0:	12,19	0,78	
,66	16 40,3	A2	11,33	0,39	
,68	12 48,0	Bep	*		12 5045

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	° ' "		m	m	
,72	10 49,7	F:	12,58	1,19	
,72	18 49,3	B8	11,05	0,44	313277
,75	13 21,0	K	12,45	2,72	13° 4972
,75	14 24,5	A0	11,67	0,56	
,75	15 10,9	K0	9,15:		15 4965
,76	18 02,2	B9	11,70	0,61	313263
,82	12 53,5	B9:	11,59	0,40	
,82	13 41,2	A1	11,18	0,50	134973
,83	15 10,8	B8	10,56	0,27	
,83	16 17,9	A0	12,14	0,39	
,84	15 58,3	A0	10,22	0,00	16 4867
,85	12 30,2	B0:	12,04	0,49	
,85	12 46,0	B2:	11,78	1,05	
,85	13 55,5	A2	11,61	0,63	
,85	14 46,4	B0	11,57	1,31	14 5040
,85	14 53,2	A0	11,53	0,21	
,85	17 38,5	B8	11,67	0,87	
,87	17 06,0	B2	10,08	1,13	17 5190
,87	17 15,6	A0	10,54	0,28	169535
,88	11 30,5	A	12,29	0,92	
,88	16 47,9	A0	11,81	0,32	
,89	16 13,4	F8	10,27	0,56	16 4868
,89	18 52,3	B9	10,31	0,24	18 4958
,90	12 56,0	B8	10,94	0,52	12 5046
,90	14 48,7	B8:	12,12	0,37	
,90	17 35,3	A0	12,30	0,47	
,91	12 23,2	B9	11,83	0,35	
,91	14 09,5	A0	11,53	0,57	
,91	15 26,4	F8	10,95	0,75	15 4966
,94	15 18,0	A0	11,17	0,26	
,94	16 46,9	A0	10,98	0,32	
,96	15 16,5	A1	11,38	0,19	
,97	16 11,0	F0	11,78	0,67	
,00	14 11,7	A2	10,90	0,37	
,02	12 05,6	B8	11,66	0,39	
,02	14 21,0	F8	12,11	0,98	
,03	15 34,0	A	12,21	0,92	
,04	16 36,5	A0	11,20	0,18	
,05	14 50,8	A0	12,27	0,32	
,05	16 18,1	A0	10,01	0,14	16 4869
,05	17 05,1	B0	10,37	0,84	17 5191
,07	17 04,5	F	11,15	0,83	
,07	17 39,9	F8	11,52	1,03	
,09	16 01,0	G5	11,31	1,96	16 4870
,10	15 20,6	B8	10,95	0,12	
,12	15 05,8	A0	11,36	0,31	
,13	15 43,2	A0:	12,45	0,21	
,15	14 31,0	G3	11,97	1,10	
,16	15 49,5	G3:	11,64	1,46	15 4967
,16	16 10,6	A0	11,02	0,22	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m	[°]		^m	^m	[°]
,17	15 50,5	K5	10,48	2,01	15 4968
,18	13 37,0	G0	11,80	0,96	13 4974
,22	17 48,5	B0	10,05	0,25	17 5192
,25	14 23,5	A2	10,51	0,17	14 5041
,25	16 28,4	A3	11,21	0,52	
,27	15 57,6	K2	9,85:		16 4871
,28	15 34,7	B8	12,20	0,12	
,28	17 05,6	F0	10,76	0,69	
,28	18 33,9	B9	8,4	—0,2	18 4960
,29	14 38,5	B	11,11	1,07	14 5043
,29	16 51,2	B8	11,82	0,47	
,30	14 52,7	K0	11,25	1,52	14 5042
,31	13 23,5	B0	11,56	0,95	
,31	14 49,0	F8	8,62		14 5044
,31	16 08,4	A	12,27	0,37	
,32	13 48,0	A0	11,62	0,41	
,34	16 30,5	A0	11,63	0,39	
,35	12 17,2	B2	11,97	0,59	
,35	18 27,1	A1	10,30	0,14	18 4961
,36	16 37,6	A0	11,09	0,70	16 4873
,37	15 58,5	B9s	12,10	0,31	
,37	16 50,8	G5	10,03	0,91	16 4872
,39	17 26,7	A2:	11,86	0,75	
,41	12 04,5	G:	12,54	1,42	
,42	13 49,0	B8	11,88	0,83	
,42	15 17,3	B2	11,29	0,57	
,45	14 21,2	K0	11,95	1,84	14 5045
,47	15 19,0	B3:	11,10	0,61	15 4969
,47	18 04,7	A3:	11,53	0,34	313341
,48	13 23,2	G8	9,12:		13 4975
,48	17 46,2	B9	11,17	0,55	313335
,50	13 15,7	A0	10,97	0,58	13 4976
,50	14 10,7	G3	10,97	0,59	145046
,50	15 51,5	F8	12,21	1,01	
,51	11 14,0	B:	12,31	1,15	
,52	13 01,0	G5	10,28	1,57	13 4977
,52	15 39,3:	B1 II	8,0		15 4970
,53	18 06,3	A0	8,80		18 4962
,55	12 37,0	B8	11,46	0,26	
,56	15 09,0	A:	11,76	0,76	
,58	12 09,5	A0	11,47	0,65	12 5047
,58	14 45,0	B8	12,28	0,79	
,58	16 39,2	A2	11,01	0,55	16 4874
,59	17 09,9	F5	10,24	0,38	17 5193
,60	16 28,6	B9	11,95	0,28	
,62	13 13,0	G0	10,67:	1,25:	13 4978
,62	17 35,2	A3	11,98	0,39	
,67	16 01,3	F	12,08	0,81	
,67	17 10,2	F2	11,29	0,87	
,68	13 37,7	B9	12,06	0,31	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	
,70	12 21,5	B9	11,67	0,63	
,70	12 41,2	M:	12,67	2,12	
,70	14 38,5	A0	12,06	0,41:	
,70	15 12,5	B9:	12,20	0,35	
,70	16 11,9	B9	10,51 *	0,06	16 4876
,71	16 41,1	B8	10,17	0,09	16 4875
,72	13 38,2	A0	10,93	0,37	
,73	15 07,8	A0	11,79	0,56	
,74	18 15,2	B9	10,06	0,09	18 4963
,75	11 45,5	B3	11,19	0,83	11 4630
,75	13 01,2	A8	11,65	0,95	
,75	15 03,7	A0:	12,02	0,42	
,76	15 05,7	A0	10,57	0,09	
,77	17 40,4	A0	8,17		17 5194
,78	16 56,9	B	12,03	0,93	
,78	18 20,7	A0	10,46	0,24	
,79	17 50,8	F5	10,75	0,53	313337
,80	12 18,5	A0	10,23	0,24	12 5048
,81	17 57,5	A	11,61	0,56	
,82	10 45,5	G2	11,66	1,22	10 4694
,84	17 43,5	A0	11,38	0,47	313336
,85	11 23,2	B0,5 Ia	9,51		11 4631
,85	13 41,0	O6	10,07	0,94	13 4979
,85	14 39,5	B0e	10,93	0,82	14 5047
,86	15 31,0	A1	10,76	0,20	
,88	16 24,0	A1	11,69	0,38	
,88	17 15,6	G3	11,01	1,37	17 5195
,88	18 14,4	G5	11,21 *	1,59	18 4964
,90	13 26,5	F8	11,46	1,04	13 4980
,90	14 01,7	B9	11,84	0,47	
,92	12 56,0	A	12,69	0,74	
,92	14 28,7	G0	11,38	0,80	
,98	14 32,2	B	10,61	0,36	
,98	16 24,5	B8	12,08	0,40	
,00	12 41,0	Cont+1	10,22	0,04	12 5049
,00	14 31,0	O8 V	9,79	0,57	14 5050
,00	14 51,0	A3	11,03	0,61	14 5048
,03	15 32,8	A0	10,84	0,01	
,03	16 16,4	A0	10,74	0,17	169756
,04	13 05,0	A0	11,55	0,52	
,04	16 02,2	G2	10,39	0,57	16 4877
,04	17 13,0	A3	8,07 *		17 5196
,05	18 21,8	A0	9,45	0,16	18 4966
,06	18 38,5	K0	10,45:	2,04:	18 4965
,07	14 12,7	B9	10,23	0,30	14 5051
,07	14 38,0	B9	11,45	0,20	
,07	18 36,4	B9	10,66	0,47	313346
,08	15 25,0	G0:	11,63	0,73	
,08	16 26,8	A0	11,28	0,32	
,10	14 29,2	B8	9,78 *	0,32	14 5052

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m	$^{\circ}$		m	m	$^{\circ}$
,11	18 31,2	G5	9,44	1,09	18 4967
,12	11 50,5	F8	11,47	1,01	11 4633
,12	13 53,2	G8	9,49		13 4981
,15	14 59,5	B9	11,87	0,27	
,16	18 15,3	K5	10,95	2,48	18 4968
,18	11 26,5	M	12,10	2,83	11 4634
,18	12 01,0	B	12...*		
,20	12 51,8	K2	12,07	2,05	12 5050
,20	13 09,7	B0	12,07	0,92	
,20	16 14,4	F2	11,21	0,64	
,20	16 19,5	B9	10,49	0,14	16 4878
,20	17 20,7	K2	10,05		17 5197
,22	11 20,2	G:	12,64	1,44	
,22	13 13,5	A0	10,93	0,33	
,25	13 45,5	A0	11,69	0,55	
,25	15 33,1	A	12,24	0,37	
,25	16 01,8	A0	10,32	0,00	16 4880
,25	16 46,2	G0	11,62	0,93	
,27	16 53,5	A0	10,18	—0,01	16 4879
,28	18 59,2	B2e	8,03	—0,28	19 5007
,29	16 04,7	A2:	12,24	0,41	
,29	17 18,0	B6	8,43	—0,02	17 5198
,30	13 44,5	K2	11,71	2,53	13 4982
,30	14 29,5	F0:	11,99	0,86	
,30	17 37,1	A0	11,36	0,33	
,32	15 42,2	A1	11,85	0,34	
,33	15 22,9	A1	10,71	0,05	
,33	17 30,8	F8	11,72	0,90	
,35	12 37,5	B	12,37	1,26	
,36	16 57,6	B9	9,17	0,05	17 5199
,37	17 21,1	A3:	11,73	0,57	
,37	18 24,1	K2	10,61	2,31	18 4969
,38	14 35,0	G3	11,42	0,74	
,40	13 34,5	B9:	11,65	0,38	
,40	14 43,0	B8	9,10		14 5053
,40	16 07,8	F8	11,19	0,78	
,40	16 31,7	B8	10,63	0,08	
,40	18 15,2	F	11,65	1,34	18 4970
,42	12 31,5	A0	11,47	0,68	12 5052
,42	14 45,0	B9	10,13	0,01	14 5054
,44	18 45,5	A0:	11,44	0,37	313347
,45	10 35,2	A3	11,77	1,11	10 4697
,47	15 43,4	F8	10,12	0,53	15 4971
,48	12 05,0	B3:	12,38	0,65	
,48	13 33,0	B8	10,59	0,42	13 4983
,49	16 29,9	A0	11,01	0,27	
,50	16 15,8	F8	11,47	0,74	
,52	13 54,8	G3	11,96	1,61	
,52	14 15,7	F8	11,69	0,87	
,52	14 38,2	B9	11,78	0,35	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
m 52	18 24,8	A3	m 11,35	m 0,47	313342
54	15 22,7	G	12,08	1,43	
55	12 34,5	G0	10,21	0,53	12° 5053
55	13 51,9	B3	11,86	1,02	
55	14 17,5	A0	10,90	0,18	14 5056
55	14 39,5	B3:e	10,7	0,6	14 5055
58	14 08,2	F0:	11,97	0,62	
58	17 11,8	A0	9,67*	0,27	17 5200
59	16 18,4	A0	10,50	0,17	169893
60	14 43,5	B2	10,42	0,52	14 5057
62	12 46,0	A0	10,92	0,40	12 5054
62	13 37,5	B8	10,43	0,39	13 4984
62	14 39,2	A0	11,61	0,34	
62c	17 25,7	A0	10,93	0,40	
63	16 26,6	A0	10,36	0,13	16 4881
64	17 57,1	K5	11,19	2,09	18 4971
65	15 24,2	F8	8,2		15 4972
66	15 32,8	G0	11,33	0,87	
67	13 29,0	B2:	11,63	0,75	
67	14 01,5	B0	10,36	0,52	14 5058
68	12 52,0	A8	11,66	0,90	
68	13 29,0	B0	10,75	0,70	13 4985
69	17 11,1	B9	11,50	0,47	
70	12 06,0	B	11,83	0,84	
71	16 22,9	A1	11,09	0,47:	
72	12 42,0	B2:	11,75	0,64	
72	13 19,5	F8	11,35	0,92	13 4986
72	14 52,7	G	11,83	0,90:	
74	16 01,9	A0	12,12	0,36	
75	13 17,0	G	12,19	1,09	
75	16 02,0	A0	12,10	0,30:	
75	16 46,5	F8	12,21	0,69	
78	10 41,0	F8	11,78:	1,06	10 4698
78	12 14,2	A8:	12,00	0,95	12 5056
80	13 29,0	A	12,52	0,59	
81	15 58,3	A2	10,03	0,41	16 4882
82	12 52,0	A	12,21	0,65	
83	17 15,5	A0	11,32	0,41	
83	17 40,6	B8	10,17	0,11	17 5201
85	14 49,0	A3	10,37	0,09	14 5059
85	16 28,4	B9	9,88:	0,26:	16 4883
86	15 47,9	G0	11,38	0,91	
87	15 22,7	B8	10,92	—0,14	
87	18 07,5	O	11,22	0,92	
88	14 44,5	A5	11,98	0,35:	
88	17 17,3	G	12,08	0,86	
89	15 24,1	B8:	11,32	0,36:	
90	12 37,0	F	12,17	1,09	
91	16 27,2	A0	7,8		16 4884
92	14 48,0	B1:	11,68	0,52	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD, HDE
^m ,92	[°] 14 54,2	B	^m 11,69	^m 0,6	[°]
,94	17 37,6	G8	10,96	1,52	17 5202
,95	11 46,0	A2	10,67	0,64	11 4638
,95	14 14,2	A0	10,58	0,13	14 5060
,96	15 26,0	A0	10,37	—0,03	15 4973
,98	11 36,7	B:	12,50	0,75	11 4639
,98	14 45,2	B9	10,51	0,39	14 5061
,00	13 41,5	A3	9,40	0,55	13 4988
,00	14 33,0	A0	10,77	0,47	
,01	15 25,3	B9	11,60	0,41	
,02	13 49,0	F8	10,36	0,47	13 4987
,03	17 39,5	B9	11,92	0,84:	
,03	17 49,4	B8	6...*		17 5203
,05	10 35,2	B	12,27	0,76	
,05	15 29,7	A0	11,70	0,38	
,06	15 24,1	K0	11,43	1,74	15 4974
,07	17 01,3	A0	11,73	0,54	
,08	14 02,2	A0	11,81	0,30	
,08	14 59,2	A1	11,25	0,52	
,08	15 04,2	B5	11,09	0,54	
,10	14 45,5	B3	11,32	0,44	
,11	15 09,0	A0	11,82	0,50	
,12	12 11,2	K2	11,80	1,80	12 5057
,12	13 25,5	B	11,98	0,81	
,12	15 00,0	A1:	12,03	0,38	
,13	15 29,9	F	12,96	1,70	
,13	16 47,2	M	12...*		170034
,14	17 48,0	B8	10,21*	0,16	17 5204
,15	11 35,5	G0	10,98	0,61	11 4640
,15	13 15,5	A0:	12,14	0,69	
,15	14 53,0	B9	12,38	0,67	
,17	16 15,0	A5	10,67	0,40	16 4885
,18	14 59,5	B3:	11,3	0,6	
,20	14 44,0	B0,5ne(V?)	9,82	0,49	14 5062
,21	16 39,3	G2	11,33	1,37	16 4886
,21	16 54,2	B8	11,55	0,37	
,22	14 25,5	B9	10,48	0,14	14 5064
,22	14 41,0	M	11,07	2,64	14 5063
,22	15 05,0	A0	11,02	0,34	
,23	15 21,6	B:	12,15	0,75:	
,26	16 06,2	A0	11,15	0,40	
,27	13 46,0	B9	10,55	0,32	13 4989
,27	16 29,7	B9	11,48	0,34	
,28	12 57,5	A0	11,60	0,53	
,28	15 22,1	A	12,07	0,36	
,30	11 43,0	G0	11,55	1,10	11 4641
,30	12 31,5	B5	11,59	0,38	
,30	14 51,7	A5	10,01	0,62	14 5065
,31	17 37,8	B9	12,10	0,61	
,31	17 58,4	A2	10,96	0,53	313340

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD
^m	^o		^m	^m	^o
,31	18 53,6	A0	9,95	0,26	18 4972
,32	15 31,7	K3	11,06	2,27	15 4975
,34	15 09,1	B9:	11,86	0,50	
,34	16 03,4	A0	9,61*	0,38	16 4887
,37	16 13,4	A0	11,34	0,17	
,38	11 06,5	K	12,47	3,43	11 4642
,38	15 57,4	F3	11,59	0,82	
,38	17 55,7	B8	10,41	0,28	17 5205
,40	15 19,7	B9	10,99	0,26	
,40	15 24,8	A0	11,20	0,46	
,40	17 09,5	B8	10,05	0,16	17 5206
,41	13 15,5	B2:	11,54	0,66	
,45	10 40,0	G0	12,00:	1,02:	10 4700
,48	13 07,5	B2:	10,86	0,42	13 4990
,50	17 03,7	A	11,60	0,58	
,51	16 59,9	F0	11,67	0,63	
,52	14 03,0	B9	11,74	0,39	
,54	15 54,3	F5:	10,97	0,59	
,54	16 17,4	F8	11,58	0,98	
,54	16 43,6	B0n	8,77: *	0,06:	16 4888
,54	18 51,0	F0:	11,22	0,47	18 4973
,55	11 55,5	B8	11,07:	0,59:	11 4643
,55	13 24,7	B5	12,33	0,99	
,57	17 00,7	G0	11,64	0,83	
,58	16 25,3	A	11,71	0,34	
,58	17 34,3	A0	11,64	0,33	
,60	16 00,9	G8	11,87	1,82	
,60	16 38,1	A0	11,66	0,52	
,62	12 25,5	G	12,31	1,77	
,62	12 59,5	B0	10,86	0,43	13 4991
,63	15 49,7	K3	10,22	1,58	15 4977
,64	15 14,4	B9	10,27	0,04	15 4978
,64	16 19,6	A0	9,94	0,09	16 4889
,65	12 49,5	G5	10,93	1,34	12 5058
,65	14 11,2	F5	10,20	0,49	14 5067
,66	18 24,0	B	10,31	0,59	18 4975
,67	17 00,1	B9	8,66:	—0,01:	17 5207
,68	14 51,0	A0	10,95	0,46	
,69	16 52,8	G3:	11,06	0,93	16 4890
,69	16 58,0	A	10,11	0,11	17 5208
,72	13 03,0	B	11,52	1,50	
,72	15 34,6	A2	10,60	0,18	
,73	16 00,6	A3	11,95	0,63	
,75	12 41,0	K0	10,97	1,70	12 5059
,75	13 01,0	B0.5 lb	8,83:	0,48:	13 4992
,75	17 47,3	B8	11,63	0,49	
,77	18 04,7	A0:	11,15	0,37	
,78	10 51,0	F8	11,07	0,59	10 4703
,78	11 50,0	G8:	11,64	1,73	11 4644
,78	13 09,5	K	12,15	1,88	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD
^m ,78	[°] 16 20,1	B9	^m 10,47	^m 0,13	170160
,79	15 13,7	A0	11,24	0,23	
,80	13 49,5	B5:	11,78	0,49	[°]
,80	17 13,1	B9	10,39	0,19	17 5209
,81	16 33,2	K0	11,47	2,62	16 4891
,81	16 50,8	A0	11,18	0,36	
,82	13 11,0	F2	11,81	0,89	
,82	13 32,0	B0,5 Ia	10,17	0,89	13 4993
,82	14 21,0	B5	10,23	0,45	14 5068
,85	14 32,5	F3:	11,69	0,63	
,85	16 10,3	A0	10,70	0,18	
,85	16 51,5	K3	11,23	2,30	16 4892
,87	17 12,6	A0	10,52	0,30	17 5209
,87	18 32,4	K2	10,40	1,90	18 4976
,88	14 05,5	A0	10,17	0,33	
,88	14 16,3	F0	10,56:	0,37:	
,88	17 01,8	A0	10,97	0,26	
,88	17 30,5	A0:	11,49	0,57	
,90	16 42,2	G0	11,89	0,50	
,91	14 12,7	F2	9,76	0,61	14 5069
,94	15 35,1	B9	9,68	0,08	15 4979
,97	17 08,4	B9	9,75	0,18	17 5210
,98	13 23,0	A0	11,56	0,42	
,98	14 45,7	F	11,01	0,04	
,98	16 44,1	A0	11,05	0,20	
,00	11 44,0	B9	11,08	0,53	11 4645
,00	12 29,2	G0	10,40	0,47	12 5060
,00	13 28,0	B8	11,22	1,10	13 4994
,01	12 59,2	B3:	11,52	0,54	
,03	17 06,8	A0	10,43	0,13	17 5212
,05	12 59,0	K0	10,24		13 4995
,12	12 13,5	F0:	11,90	0,85	12 5061
,13	15 26,8	A0	10,81	0,29	
,13	15 53,9	A0	11,45	0,20	
,15	12 02,0	A	11,99	0,44	12 5062
,15	14 42,0	F8	11,01	0,69	
,16	16 26,3	G8	10,06	1,77	16 4893
,20	15 50,4	B9	11,20	0,79	
,22	12 47,7	K5:	11,89	2,53	12 5063
,22	14 44,5	A0	11,10	0,42	
,25	12 29,2	K0	11,68	1,76	12 5064
,26	15 22,5	G0	11,58	0,94	
,26	16 37,5	B	10,62	0,34	16 4894
,28	16 26,3	A1	12,22	0,46	
,28	17 01,2	B5:	11,54	0,39	
,30	15 30,8	B8	10,24	0,03	15 4980
,32	13 32,2	B9:	12,11	0,48	
,32	13 39,2	A0	10,10	0,27	13 4996
,32	14 15,0	A0	10,46	0,07	14 5070
,34	15 49,7	A0	10,88	0,02	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD
m	$^{\circ} \quad ' \quad ''$		m		$^{\circ}$
,35	14 35,7	A3n	4,6		14 5071
,35	16 47,8	A0	9,84	m 0,13	16 4895
,37	15 52,1	A0	10,67	0,04	
,37	16 34,4	A0	11,08	0,39	16 4896
,38	14 40,0	F0:	10,15	0,91	14 5072
,38	15 18,7	A0	9,46	0,09	15 4981
,39	15 39,8:	B	11,20	0,20	
,40	15 03,6	B5	11,26	0,46	
,41	17 43,8	A1	11,72	1,03	
,42	12 33,5	F8	11,41	0,74	12 5065
,42	13 45,7	A0	11,05	0,34	
,42	14 08,7	K0	11,23	1,58	14 5073
,42:	15 18,7:	A0	8,27 *	-0,22	15 4982
,45	15 28,0	B9	12,05	0,42	
,48	12 29,2	A:	12,19	0,66	
,48	14 20,6	B3	10,23	0,29	14 5074
,48	18 26,8	B9	11,48	0,29	18 4978
,50	12 34,5	A0	10,38	0,24	12 5066
,50	14 12,0	A0	10,52	0,08	14 5075
,50	14 54,7	A	12,00	0,71	
,53	15 37,3	A0	10,24	0,03	15 4983
,54	18 42,3	G5	10,45	1,57	18 4977
,55	16 34,3	K2	11,45	1,81	16 4897
,56:	18 04,0:	K2	11,63	1,09	
,57	15 05,8	B9	10,24	0,20	15 4984
,58	13 37,5	B9	8,48	-0,08	13 4997
,60	12 32,2	A0	11,59	0,37	
,60	12 46,5	B	12,21	1,16	
,60	15 27,0	B9	10,61	0,31	15 4985
,62	13 44,0	F:	12,28	0,65	
,63	17 22,7	A1	9,94	0,35	17 5213
,65	10 32,0	O	12,48	1,47	
,66	18 52,6	A1	11,13	0,50	
,67	15 57,7	G2	11,31	0,74	16 4898
,69	16 24,0	A0	12,21	0,41	
,70	12 17,0	B5	10,74	0,28	12 5068
,70	12 38,0	B8	10,01	0,09	12 5067
,72	16 07,0	F0	8,57	0,31	16 4899
,74:	15 18,8	A0	12,08	0,42	
,75	13 36,7	G0	11,67	0,87	
,75	14 01,5	B5:	11,92	0,51	
,75	16 39,8	F0	9,06		16 4900
,77	16 29,7	A0	10,91	0,32	16 4901
,78	14 45,7	G0	10,20	0,59	14 5076
,79	17 43,3	A0	11,79	0,70	
,80	14 14,7	A0	11,24	0,22	
,80	18 45,1	F8	10,56	0,74	18 4979
,82	12 07,5	A:	12,41	0,59	
,82	13 04,2	B9:	11,89	0,38	
,82	13 39,5	K2	11,21	1,49	13 4998

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD
^m ,82	^o 15 02,8	A0	^m 11,08	^m 0,40	
,85	12 34,0	G8	11,82	1,84	
,85	13 48,0	K2:	11,64	1,57	
,88	12 18,5	A5:	12,03	0,52	
,88	13 05,0	B	11,89	0,64	
,88	14 13,7	B5:	11,80	0,48	
,88	18 00,5	A0	11,38	0,67	
,90	13 20,0	A0	11,53	0,50	
,90	13 38,5	A	12,56	0,48	
,90	18 38,0	A0	11,35	0,17:	
,92	13 11,0	G5	11,38	1,54	13 4999
,92	14 36,0	A2	7,3		14 5077
,95	12 17,2	A	12,21	0,53	
,95	13 44,0	A0	11,71	0,44	
,96	16 44,5	A0	9,86	0,40	16 4902
,97	15 10,7	B9	11,70	0,28	
,98	12 22,5	K0	11,65	1,89	12 5069
,98	14 04,5	B3	11,27	0,83	
,00	12 02,0	A0	10,28	0,28	12 5070
,04	16 19,7	A2c	11,41	0,56	
,04	18 18,0	B9	10,25	0,42	18 4980
,05	13 36,7	A0	11,93	0,50	
,08	10 42,5	B5	10,80	0,69	10 4708
,08	12 18,0	A2	9,80*	0,49	12 5071
,08	12 55,5	A0	10,33	0,16	13 5000
,08	14 06,0	G0	9,67	0,76	14 5078
,08	17 42,2	A0	10,99	0,55	
,10	12 25,5	B9	9,30	0,05	12 5072
,10	18 16,5	A9	10,19	0,66	18 4981
,12	13 12,0	G8	10,45	1,30	13 5001
,12	14 05,5	F8	11,28	0,83	
,12	14 23,5	G8	10,96	1,34	14 5079
,15	12 37,5	K2	12,21	1,91	
,15	12 47,7	A0	10,79	0,20	12 5073
,18	12 05,5	B8	11,21	0,44	
,18	13 30,7	A0	9,32:	0,10:	13 5002
,18	14 13,7	B1 II—III	9,44	0,41	14 5081
,18	15 27,9	A0	10,52	0,19:	15 4986
,18	17 01,1	B8:	11,76	0,34	
,20	12 58,5	O9 : V	9,09*	0,51	13 5003
,22	12 16,5	A8	11,35	0,68	
,22	16 36,1	F0	11,42	0,73	
,25	11 38,0	K2:	12,51	2,66	11 4646
,25	13 41,0	B2	10,69	0,61	13 5004
,25	14 49,5	B9	9,64	0,24	14 5080
,25	16 12,9	dF1	7,91		16 4903
,25	16 49,7	B9	11,51	0,60	
,26	15 21,3	A0	10,47	0,11	15 4987
,28	12 52,0	B0	10,70	0,37	12 5074
,28	14 52,5	B9	10,19	0,45	14 5082

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD
^m	^o [']		^m	^m	^o
,28	15 54,7	A0	12,08	0,55	
,28	18 46,0	gK0	6,9		18 4982
,30	14 17,2	B9:	11,95	0,25	
,31	15 41,9	A	12,23	0,53	
,32	12 18,7	B5:	12,27	0,70	
,32	12 37,3	B0	11,29	0,89	
,32	12 43,0	K3	11,28	1,64	12 5075
,32	12 59,5	K2:	12,12	2,70	
,35	13 33,7	B3	11,89	0,40	
,35	14 09,5	A0	11,25	0,44	
,35	16 20,3	B5:	11,53	0,34	
,39	15 40,4	G5	11,14	1,48	15 4988
,40	12 24,0	A	11,80	0,43	
,40	14 21,0	A0	11,37	0,66	
,40	14 25,5	A0	11,06	0,92	
,40	16 57,6	A5	11,67	1,00	
,42	11 24,0	F8	11,54	0,80	11 4649
,42	11 29,5	G0	9,47	0,60	11 4648
,42	14 54,0	B3:	12,01	0,53	
,45	12 53,6	B0:	11,39	0,75	
,45	13 11,0	K0	12,70	2,40	
,45	13 54,7	A0	10,50	0,09	13 5005
,45	16 53,1	B9	11,16	0,39	
,46	17 05,3	A0	10,39	0,24	17 5214
,48	12 14,2	A0	10,92	0,35	12 5076
,49	13 23,0	A0	9,8:		13 5006
,50	12 37,0	B9	9,08	0,10	12 5077
,50	12 55,5	A	12,10	0,50	
,50	14 20,0	A0	11,54	0,50:	
,50	18 34,5	F0	11,67	0,83	
,52	12 48,7	A0	12,14	0,64	
,52	14 26,0	G	12,32	1,83	
,52	16 56,2	B9	11,92	0,63	
,53	18 43,2	A0	10,15	0,26	18 4983
,55	14 36,7	A0	9,97	0,23	14 5083
,55	16 55,5	R3	10. . . *		16 4904
,58	11 32,0	F8	12,10	1,13	
,58	13 38,5	F	11,45	0,82	
,59	18 05,4	B2	11,76	0,62	
,60	15 44,8	A1	10,92	0,37	
,61	15 09,4	A0	10,66	0,35	15 4989
,62	13 05,5	B8:	11,89	0,38	
,62	13 54,0	A0	10,12	0,23	13 5007
,65	12 54,0	B0	10,99	0,34	
,65	13 41,2	B9	11,82	0,54	
,65	14 34,5	B8	11,11	0,51	
,67	15 14,7	A0	11,86	0,35	
,67	16 39,6	K0	10,22	1,60	16 4905
,68	12 12,7	B9	11,72	0,44	
,68	13 29,5	B9:	12,10	0,36	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD
^m ,70	^o 11 27,5	G0	^m 12,03	^m 1,04	
,70	11 57,5	A	12,60	0,50	
,70	13 07,5	K	12,16	2,32	^o 13 5008
,72	10 54,0	F2	8,13:		10 4709
,72	12 12,5	G	12,25	1,83	12 5079
,72	13 11,2	A	11,54	0,32	
,73	16 13,3	A0	11,28	0,26	
,73	16 39,0	F2	11,36	0,84	
,75	12 20,2	B	11,54	0,35	
,75	13 13,0	K0	10,10	1,49	13 5009
,75	13 30,2	A8	11,99	0,58	
,75	18 16,5	K0	11,42	1,89	18 4984
,78	11 55,7	A0	10,55	0,34	11 4650
,78	14 19,6	G	11,76	0,82	
,79	15 04,0	G0	11,07	0,84	15 4990
,79	16 48,5	F	11,92	0,42	
,79	17 08,4	G0	11,42	1,28	17 5217
,80	15 46,2	A2	8,61	0,26	15 4991
,81	16 40,2	A5	11,62	1,05	
,81	16 49,1	A	10,93	0,32	
,82	14 04,5	F2	10,55	0,59	14 5084
,82	14 16,7	A0	11,67	0,58	
,82	17 30,1	A0	10,82	0,62	17 5216
,85	12 06,7	A	12,42	0,76	
,85	15 40,4	A:	11,95	0,51	
,85	17 15,2	G2	10,42	0,76	17 5218
,88	11 04,0	F8	12,85	1,4	
,88	11 51,0	G0	12,22	2,14	
,90	11 54,0	G	12,10	1,91	
,90	12 13,3	G5:	12,36	1,66	
,91	17 48,3	A0:	11,08:	0,56:	17 5219
,92	14 48,7	A5	10,13	0,50	14 5085
,93	15 15,7	A0	11,46	0,50	15 4992
,94	15 57,5	A0	9,66	0,12	16 4906
,95	13 27,0	A	11,86	0,48	
,95	13 50,5	B2	11,88	0,42	
,97	15 19,1	A0	10,03	0,10	15 4993
,97	17 17,2	G5	10,21	1,51	17 5220
,98	11 50,2	M	11,34	2,31	11 4651
,98	12 14,2	B	11,74	0,89	
,98	12 40,0	B0	10,46	0,37	12 5080
,98	13 10,5	B9	11,44	0,39	
,99	13 40,0	B1 III	9,84	0,36	13 5011
,02	14 04,2	B3	10,63	0,12	
,04	14 57,0	B3 V	9.0 *		15 4995
,04	15 36,4	K0	11,24	1,77	15 4994
,05	11 38,2	B	11,62	0,71	11 4652
,05	13 56,0	F8	10,71	0,73	13 5012
,07	15 40,0	A0	11,76	0,30	
,07	15 54,0	A1	10,72	0,13	

<i>z</i> 1950	δ 1950	Sp	<i>m</i> _{pg}	<i>C</i>	BD, HD
<i>m</i> ,08	° / 15 00,4	A0	<i>m</i> 10,61	<i>m</i> 0,20	°
,10	14 29,0	B9	10,47	0,22	14 5086
,10	14 33,7	A	10,88	0,40	14 5087
,10	16 36,0	B0,5 II	8,49:	—0,11:	16 4907
,10	18 55,5	B8	10,40	0,37	18 4985
,12	12 04,0	B9	10,97	0,35	12 5081
,12	14 07,5	A0	11,67	0,45	
,18	12 33,5	B9	12,31	0,55	
,18	15 24,2	A1	10,00	0,19	15 4996
,20	14 39,0	A0	10,51	0,17	14 5088
,21	16 53,0	A	11,75	0,27	
,23	15 40,0	G2	11,52	1,56	15 4997
,25	12 14,2	B:	11,78	0,52	
,26	15 45,2	F5	11,04	0,71	
,28	11 41,5	B9	11,80	0,73	11 4653
,28	15 52,7	A0	10,20	0,04	15 4998
,28	16 17,2	F0	11,50	0,86	
,32	12 15,5	B8:	12,18	0,42	
,35	15 58,6	K0	11,45	1,41	16 4908
,37	15 00,8	G2	11,14:	0,90:	15 4999
,39	11 55,5	F0	9,45	0,32	11 4655
,39	18 54,0	A0	11,09	0,73	
,40	12 06,5	G0	11,82	1,06	12 5082
,40	17 04,5	A1	10,40	0,40	17 5222
,41	17 48,6	G5	9,84	0,95	17 5221
,41	18 57,2	dK0	7,5		18 4986
,42	13 50,2	A0	9,4		13 5013
,42	14 33,5	B9	11,04	0,33	
,42	14 42,0	G2	9,90	0,81	14 5089
,42	15 41,2	A0	11,91	0,36	
,45	14 08,2	B1 II	8,88	0,09	14 5090
,47	18 17,9	F0	8...*		18 4987
,48	12 49,0	B9	11,77	0,56	
,49	17 06,1	A0	11,53	0,55	
,50	11 56,2	A5	11,71	0,64	
,50	13 08,5	eG4v	11...*		13 5014
,51	15 58,3	K2	11,26	1,38	16 4909
,52	14 41,0	B8:	11,42	0,37	
,52	15 44,4	F	12,11	0,47	
,52	15 59,3	A0	10,60	0,22	
,53	18 26,5:	B9n	6,5*		18 4988
,55	14 23,0	G5	11,05	2,10	14 5092
,58	12 22,5	B0,5 Ib	9,77	0,32	12 5083
,58	14 31,5	B	10,77	0,37	
,58	14 47,2	B5	10,12	0,02	14 5091
,58	16 08,3	B	11,79	1,26	
,59	17 49,3	F8:	11,33	1,24	17 5223
,59	18 54,4	A0	10,03	0,29	18 4989
,62	12 03,5	F8 V	8,23		12 5085
,62	12 37,5	G0	9,3	0,6	12 5084

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD
^m ,62	^{° ′} 12 54,7	A0	^m 11,20	^m 0,37	
,63	16 23,2	A	12,00	0,52	
,64	16 46,2	A1	10,98	0,32	
,65	10 50,2	B3	6,2 *		10 4713
,65	12 43,5	F5:	10,75	0,35	12 5086
,65	15 59,9	B9	8,08	—0,28	16 4910
,65	18 02,1	B9	10,20	0,39	18 4990
,68	15 55,4	G5	11,16	1,46	
,68	16 51,4	F	11,17	0,74	
,70	13 42,5	B3:	10,82	0,35	
,72	15 51,1	A2	11,88	0,39:	
,73	13 35,5	O7	10,33	0,39	13 5015
,74	15 25,0	B8	10,62	0,15	
,75	11 42,2	G0	10,82	0,73	11 4656
,77	15 55,7	B	11,76	0,35	
,83	15 10,9	B9	11,64	0,38	
,84	16 34,0	A0:	11,27	0,34	
,85	11 39,7	K2	12,11	1,93	11 4658
,85	13 39,2	A5	10,25	0,35	13 5017
,85	13 50,2	B5	9,98	0,21	13 5016
,86	16 59,2	A0	10,06 *	0,27	17 5225
,87	18 51,0	B9	9,80:	0,35:	18 4991
,88	12 54,7	G3:	11,83	1,72	12 5087
,88	17 26,4	K0	11,28	2,68	
,89	18 48,0	A0	10,49	0,19	
,90	11 15,5	A0:	11,78	0,69:	11 4659
,90	13 35,0	B5	9,70	0,13	13 5018
,90	14 44,7	G5	11,26	1,35	14 5094
,92	16 00,8	B8	11,32	0,23	
,95	11 49,0	B8	10,70	0,23	11 4661
,95	11 54,0	A2:	10,40	0,23	11 4660
,96	16 08,8	A5	10,13	0,46	16 4911
,98	15 13,2	A5	8,1		15 5001
,00	12 23,8	B	11,87	0,64	
,00	15 51,2	A2	11,43	0,36	
,02	14 09,7	B9	10,95	0,14	
,03	15 07,7	A1	11,75	0,45	
,05	15 24,8	A5	11,59	0,39	
,06	18 57,9	B8	9,30	0,35	19 5048
,07	15 41,8	B5	9,77	0,11	15 5002
,07	16 28,0	A0	11,26	0,45	
,07	18 38,0	B9	11,33	0,83	
,08	13 23,5	B5:	11,24	0,35	
,08	14 48,5	A	11,57	0,33	
,09	17 15,5	A0	10,00:	0,44:	17 5227
,12	13 21,7	B8	12,05	0,40	
,12	14 02,2	K5	10,24:		14 5095
,12:	18 03,7:	K2	11,45	2,13	18 4992
,13	15 33,3	A0	11,58	0,19	
,15	16 20,5	B9	10,67	0,27	

α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD
m	$^{\circ}$		m	m	
,16	15 08,0	F0	11,23	0,56	
,17	15 45,6	A2	11,27	0,18	
,17	16 42,0:	A0	11,00	0,23	16 4912
,20	14 03,7	B5:	10,39	0,17	
,21	12 06,5	B5	10,88:	0,16:	12 5089
,22	11 41,2	A0	9,71:	0,32:	11 4663
,23	16 50,0	K2	11,13:	1,85:	
,28	16 11,3	B8	11,05	0,18	
,29	16 51,9	A0	10,68	0,36	16 4913
,32	14 02,5	F2	10,74 *	0,64	14 5096
,35	12 36,7	B5	9,89 *	—0,01	12 5090
,40	11 51,7	A:	11,09	0,32	11 4664
,40	12 02,0	K2	12,44	2,94	12 5091
,40	13 19,5	B2	11,30	0,50	
,40	14 07,0	A1	10,54	0,31	14 5097
,40	15 03,1	B5	11,12	0,35	
,42	11 47,5	K	11,97	1,29	11 4665
,46	16 07,8	A0	9,69	0,21	16 4915
,48	18 44,9	A0	10,67	0,49	
,49	15 33,3	F	11,94	0,47	
,50	14 40,5	A2	6,8		14 5098
,50	16 15,0	K0	9,73:		16 4916
,54	18 23,9	F0	9,80	0,58	18 4993
,55	11 20,0	B1 : V : pe	10,3		11 4667
,55	11 54,5	B	12,20	1,11	
,58	13 44,2	A0	11,35	0,41	13 5020
,58	15 15,5	A0	11,86	0,28	
,60	12 21,5	F8:	12,04	0,73	
,60	12 32,5	*	12,29	0,88	
,60	15 33,9	A0	8,68	0,07	15 5003
,60	15 57,7	B8	8,24	—0,20	16 4919
,61	16 48,6	G5	10,74	1,86	16 4918
,61	18 43,5	B9	11,07	0,49	
,63	15 14,6	A0	10,66	0,07	
,65	12 35,2	A0	11,19	0,24	12 5092
,65	12 42,7	B	11,77	0,41	
,65	13 12,0	A0	10,71	0,16	13 5022
,65	14 32,0	A0	11,59	0,44	
,68	13 52,0	B5	10,16	0,13	13 5021
,70	17 14,3	A2:	11,31	0,43	17 5229
,72	13 44,5	A2	11,86	0,51	
,72	14 16,0	G0:	11,94	1,65	
,72	15 48,8	A8	11,65	0,61	
,77	16 32,7	K0	10,67	1,71	16 4920
,78	14 42,0	B9	11,11	0,59	
,78	15 44,0	B1 Ia	8,62		15 5004
,80	12 57,7	B5:	11,58	0,37	
,80	14 56,7	K0	9,93	1,65:	15 5005
,85	14 06,7	A0	11,35	0,30	
,86	11 22,5	G5	12,11	2,04:	11 4668

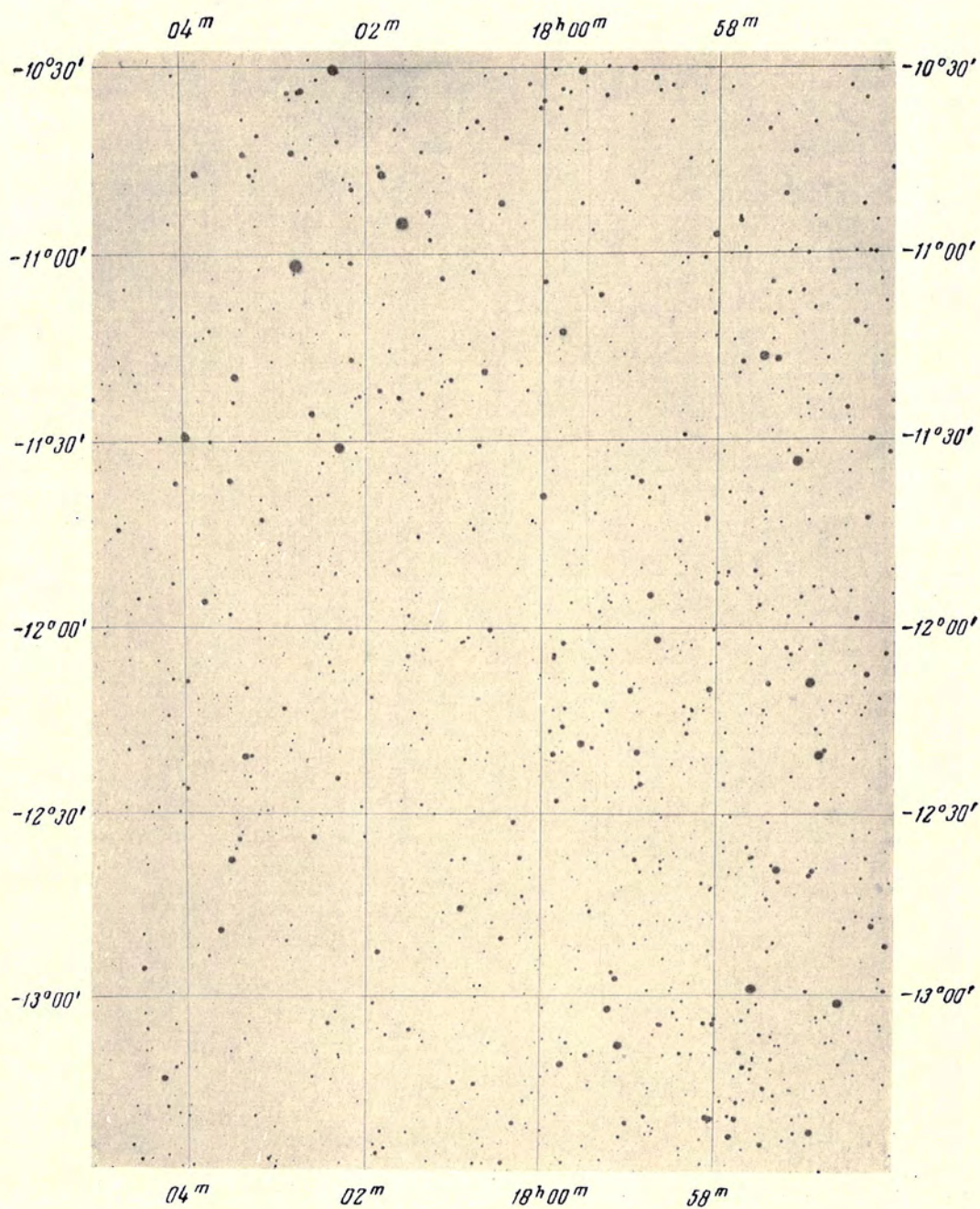
α 1950	δ 1950	Sp	m_{pg}	C	BD, HD
m ,86	$^{\circ}$ 14 54,0	cK5	m 8,32:		$^{\circ}$ 14 5099
,87	16 04,0	F8	10,36	m 0,53	
,88	12 58,0	A	11,96	0,55	
,89	15 34,5	B5	10,96	0,22	
,90	12 52,0	B5:	10,69	0,01	12 5094
,90	14 36,0	F8	11,34	0,82	14 5100
,92	12 50,2	B0 IV	10,29	0,27	12 5095
,93	12 11,0	F8	11,39	0,95	
,93	16 54,8	A0	10,81	0,44	17 5232
,94	15 50,8	A0	11,39	0,32	
,95	14 45,2	A0	11,40	0,38	
,95	14 59,5	A0	10,79	0,33	
,98	15 52,0	K5	10,51	2,09	15 5006
,00	13 06,0	A0	9,60	0,32	13 5023
,00	14 39,5	A0	10,06	0,19	14 5101

Примечания

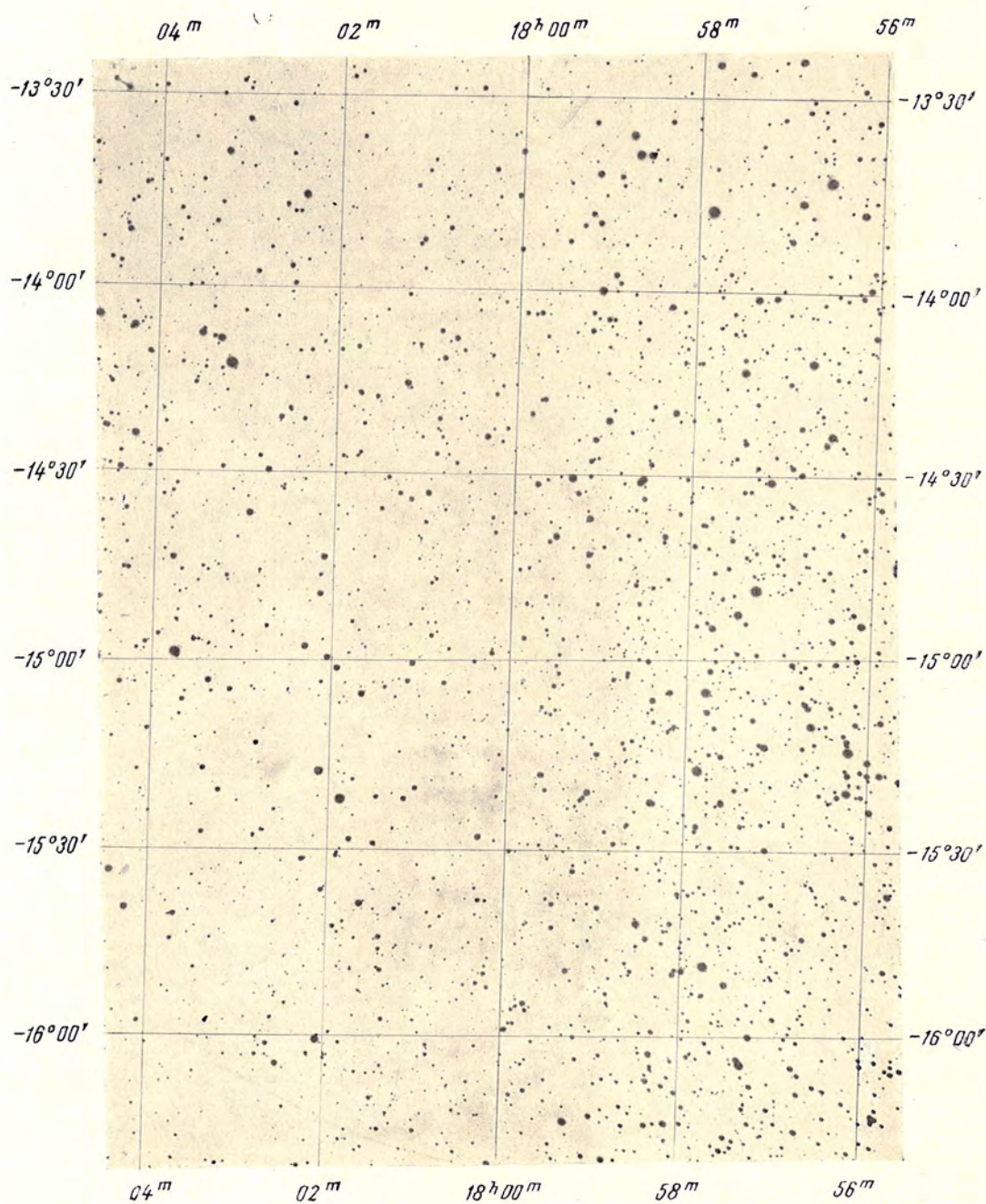
4. $\alpha=17^h55^m$, 90 , $\delta=-18^\circ45'0$
5. R 6593.
22. WX Sgr, R 6600.
41. A 10952.
47. A 10957.
50. A 10958.
89. R 6617.
100. A 10967.
253. R 6645.
255. A 11014.
279. A 11025.
369. R 6659.
375. R 6661.
382. Левее и ниже звезда $10^m,5$, которую трудно измерить.
416. A 11066.
463. R 6671.
494. A 11087.
498. AX Sgr.
542. CQ Ser.
549. КЗП 3793.
612. КЗП 101711.
628. W Ser.
647. CR Ser.
724. A 11120.
741. Величины на разных пластинках отличаются больше чем на $0^m,5$.
761. XY Sgr.
769. R 6697.
771. КЗП 3831.
772. R 6698.
825. A 11136.
838. A 11140.
930. A 11146.

982. A 11151.
 983. КЗП 101715.
 1093. A 11166.
 1126. A 11168. На пластинке почти не разделяется с соседней очень близкой звездой-
 1204. R 6723.
 1206. R 6724.
 1278. A 11184.
 1319. R 6727.
 1359. Очень близка звезда $\sim 11^m$ (выше, правее).
 1414. A 11196.
 1430. MW 75s.
 1443. MW 103s.
 1457. MW 51.
 1466. MW 110s.
 1467. A 11201.
 1490. R 6733.
 1494. MW 230.
 1513. A 11203.
 1538. MW 515.
 1564. MW 612.
 1572. MW 631.
 1588. MW 688.
 1601. MW 723.
 1611. MW 747.
 1638. MW 836.
 1640. MW 831.
 1641. MW 871.
 1656. MW 291s.
 1676. V Ser.
 1736. A 11221.
 1792. R 6746.
 1793. RS Ser.
 1815. A 11227.
 1846. A 11230.
 1867. A 11232.
 1925. Сливается с соседней звездой.
 1929. Сливается с соседней звездой.
 1931. A 11237.
 2031. A 11240.
 2059. Перекрывается соседней более слабой звездой
 2099. A 11246.
 2106. КЗП 101719.
 2157. CV Ser.
 2186. КЗП 4006.
 2224. A 11253.
 2229. A 11252.
 2230. R 6759.
 2246. R 6760.
 2479. R 6774.
 2493. Либо гигант F либо B.
 2498. Сливается со звездой справа, для которой трудно определить спектр и величину
 ($m_{py} \sim 10^m, 6$).
 2517. R 6775.
 2554. R 6776.
 2570. J Sgr.
 2673. A 11278.

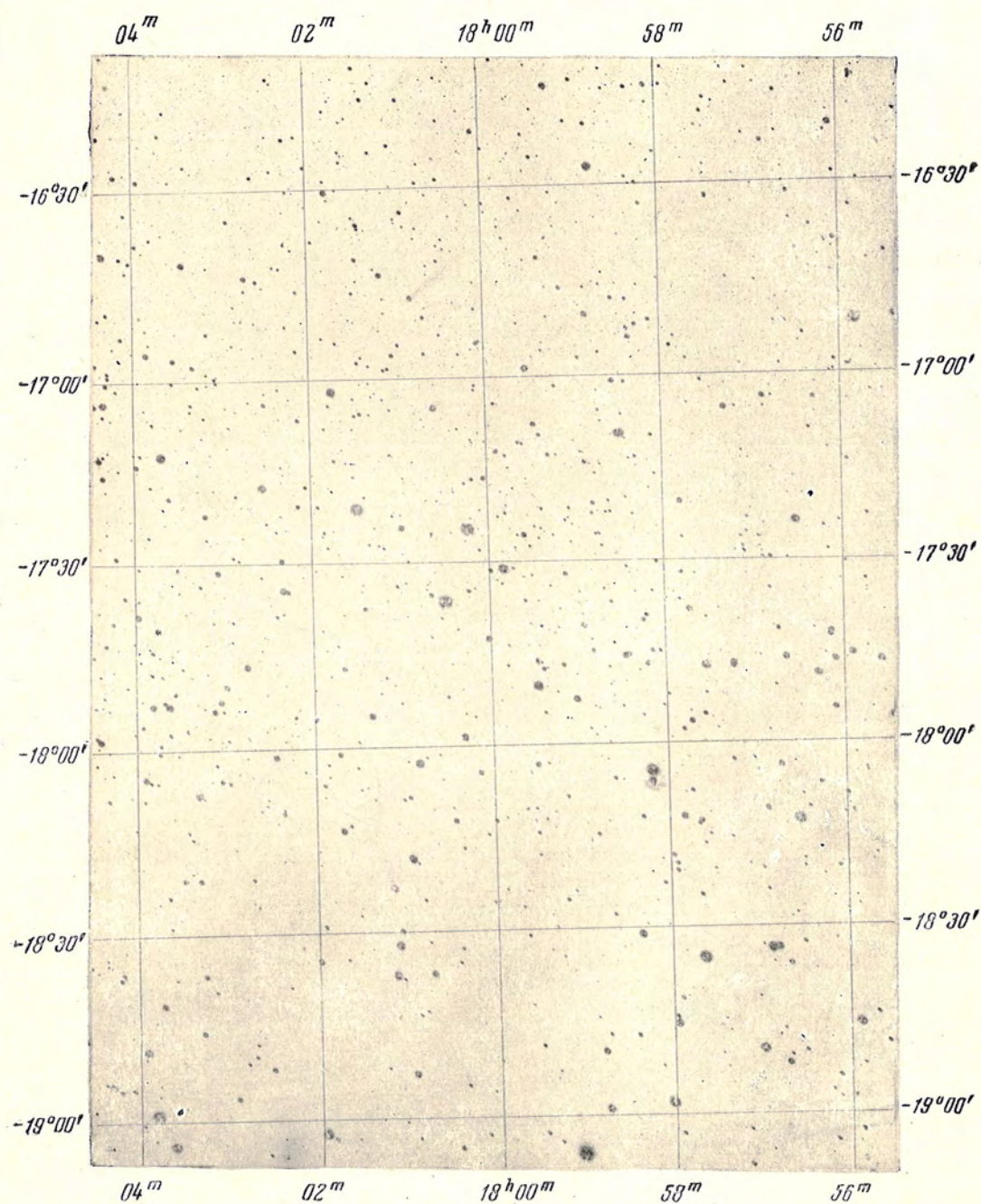
2713. A 11282. Очень близко звезда, которая не позволяет измерить блеск этой звезды в красных лучах.
2738. A 11285.
2798. A 11289.
2863. A 11295.
2887. В синих лучах переменность не замечена, а в красных — блеск меняется от $10^m,3$ до $11^m,1$.
3003. A 11310.
3018. V 355 Sgr.
3052. W Sct.
3068. XX Sgr.
3130. A 11326.
3150. RY Sct.
3255. A 11341.
3278. R 6809.
3292. A 11345.
3300. A 11347.
3307. EQ Sct.
3358. R 6815.
3413. KЗП 101728.
3427. AK Sgr.
3428. R 6821.
3454. R 6823.
3470. Близка звезда, которая не позволяет точно измерить величину этой звезды.
3563. A 11386.
3624. A 11391.
3640. A 11394.
3686. SS Sgr.
3745. A 11405.
3782. V Sgr.
3786. X Sct.
3791. A 11411.
3804. A 11414.
3821. A 11416.
3860. A 11428.
3861. R 6854
3879. Спектр перекрывается с соседним спектром.
-



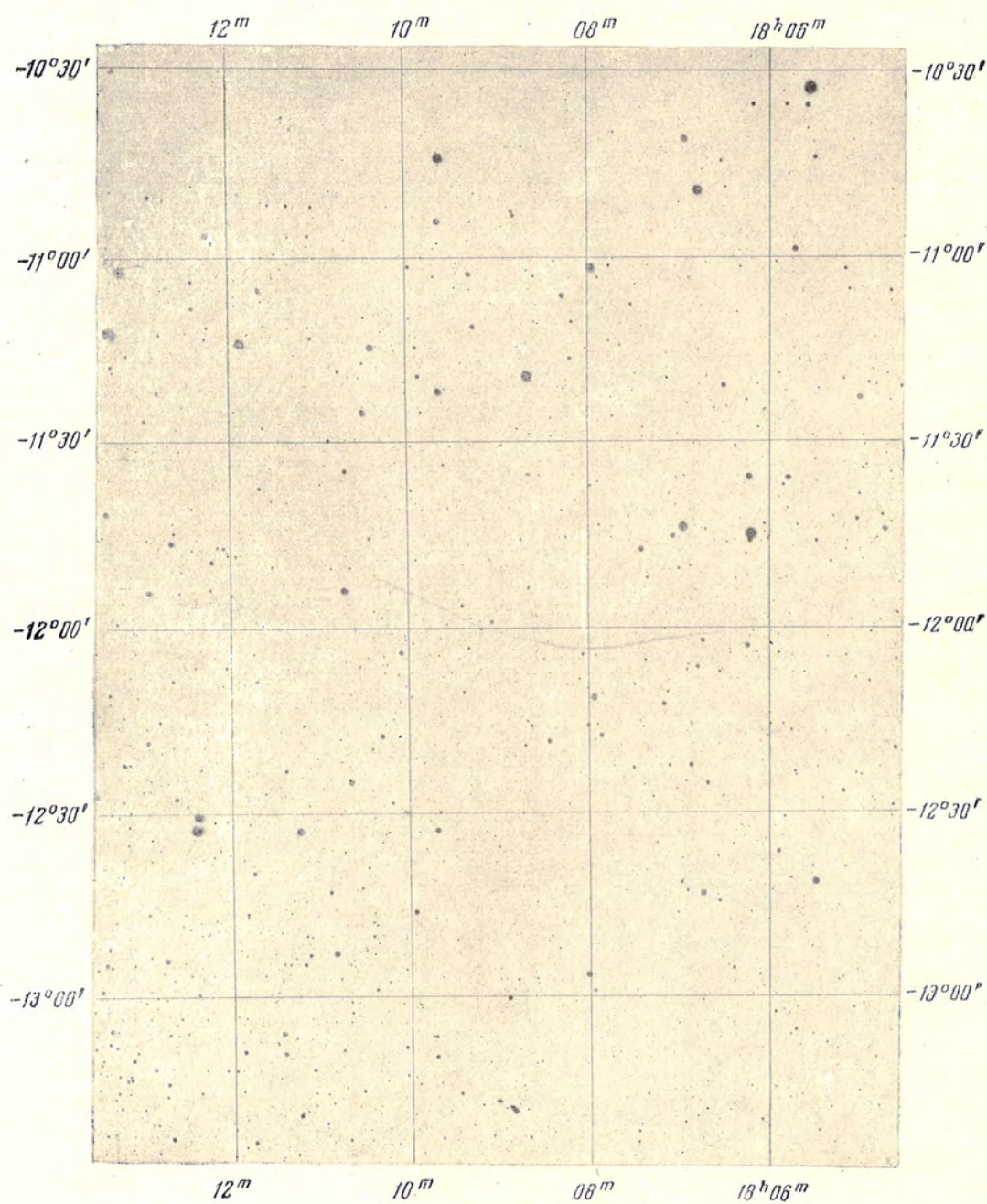
Фиг. 12



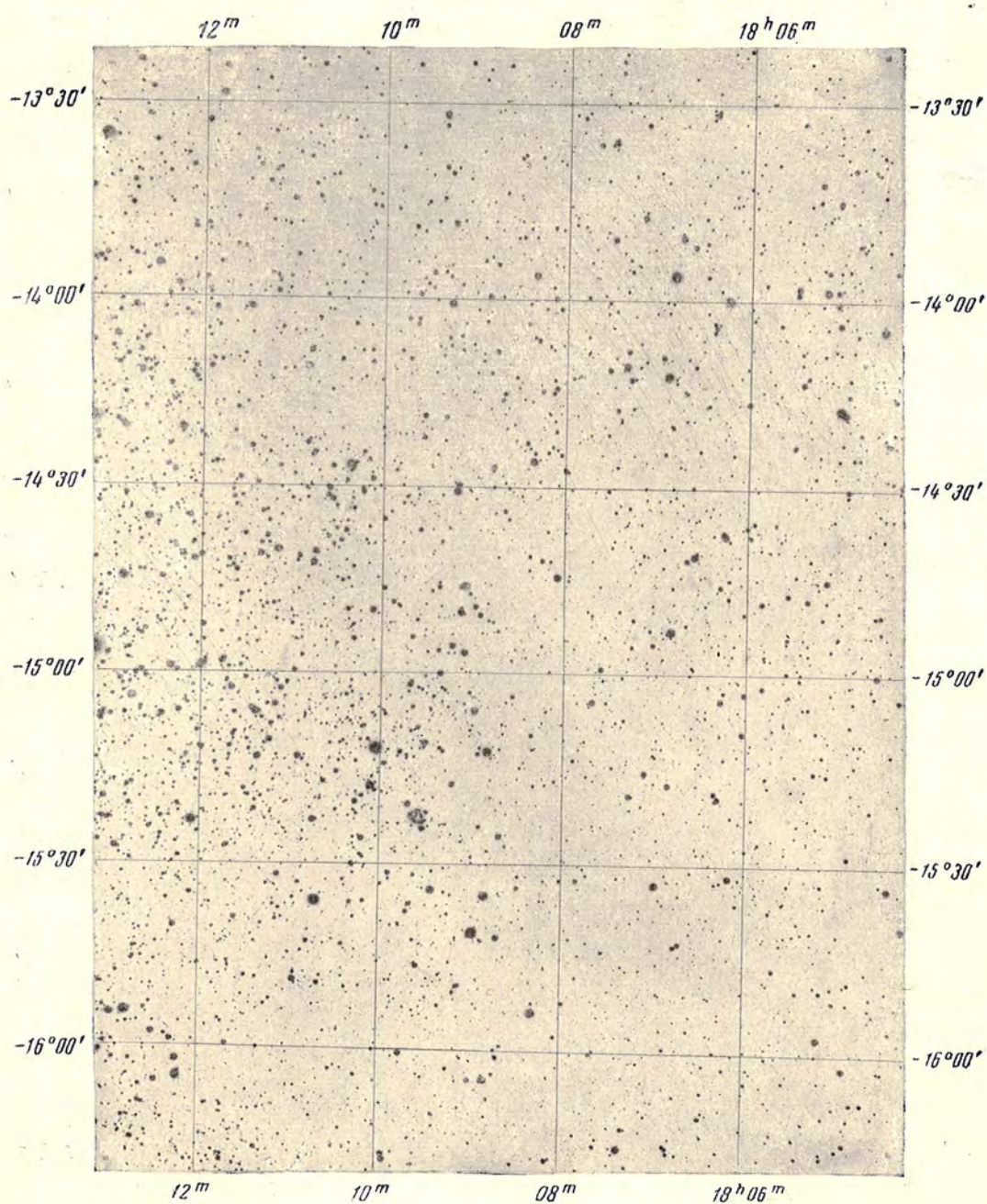
Фиг. 13



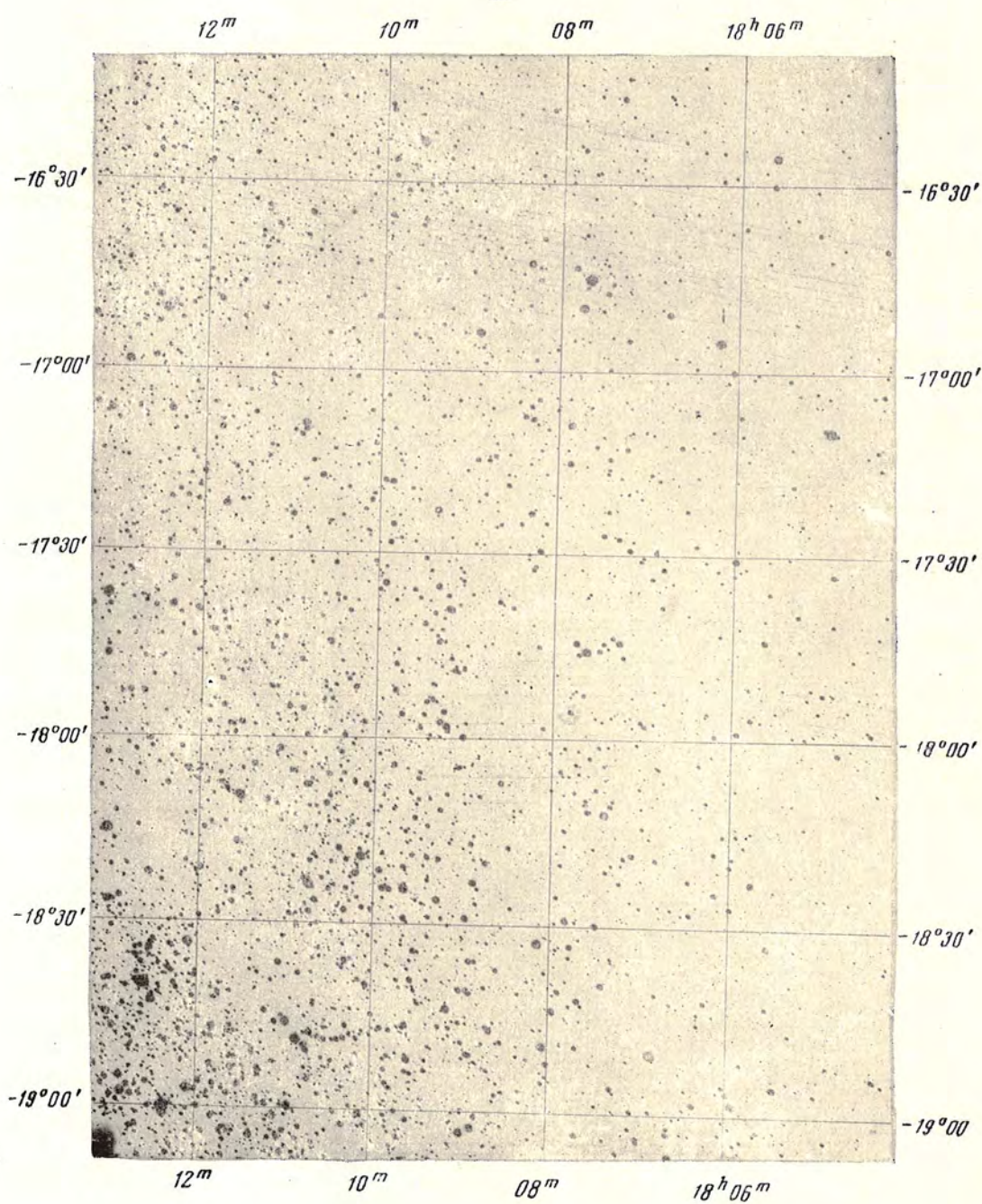
Фиг. 14



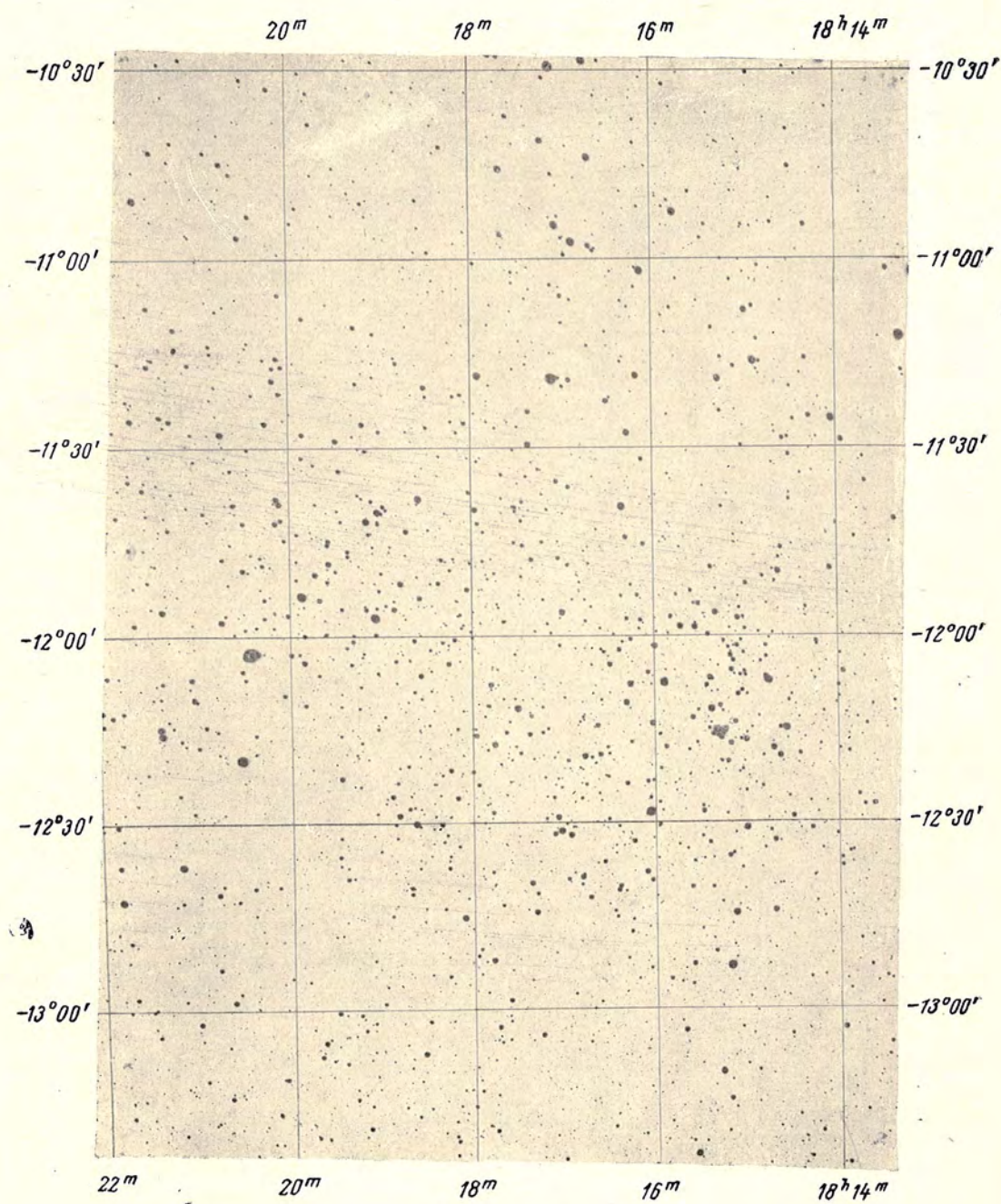
Фиг. 15



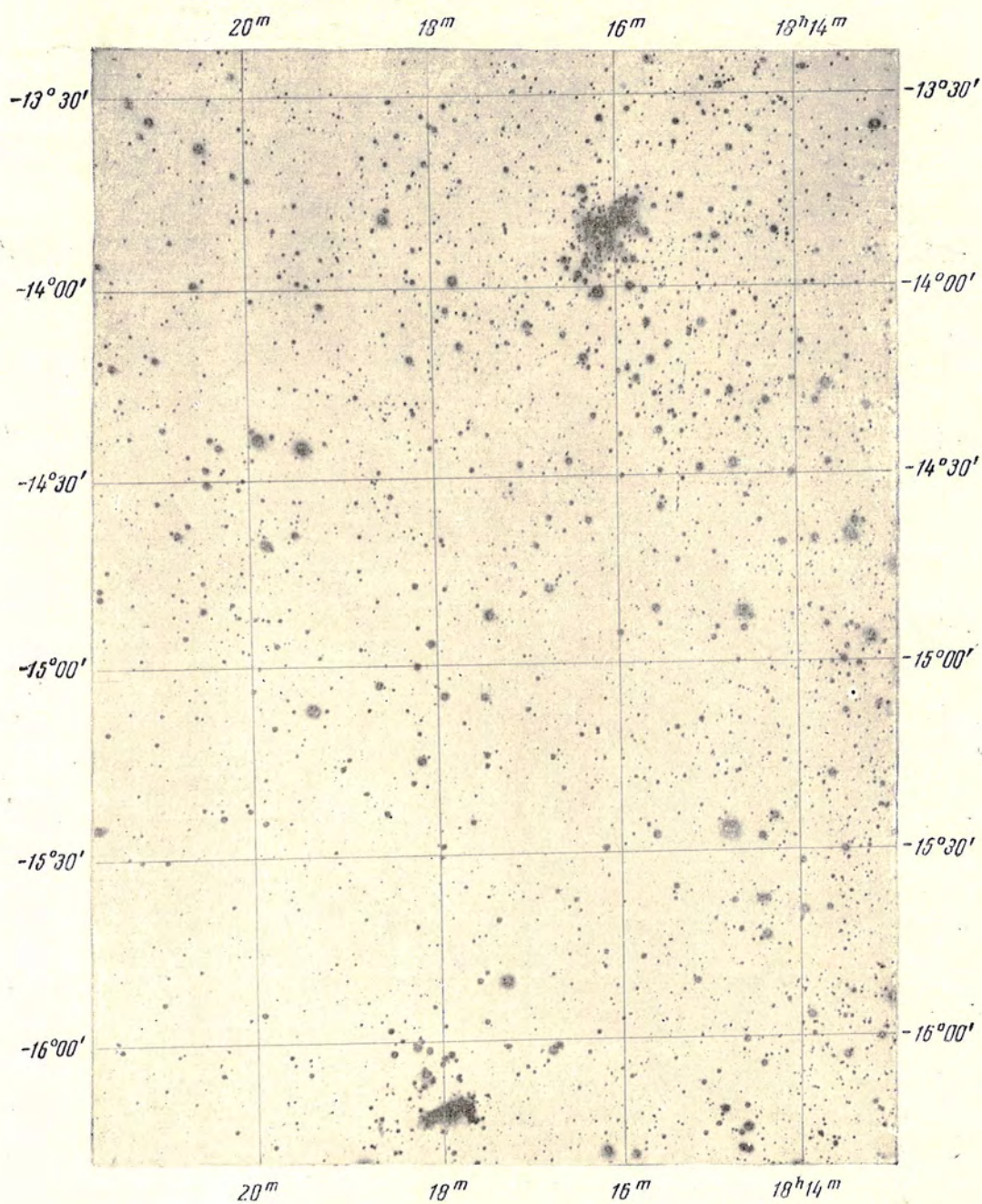
Фиг. 16



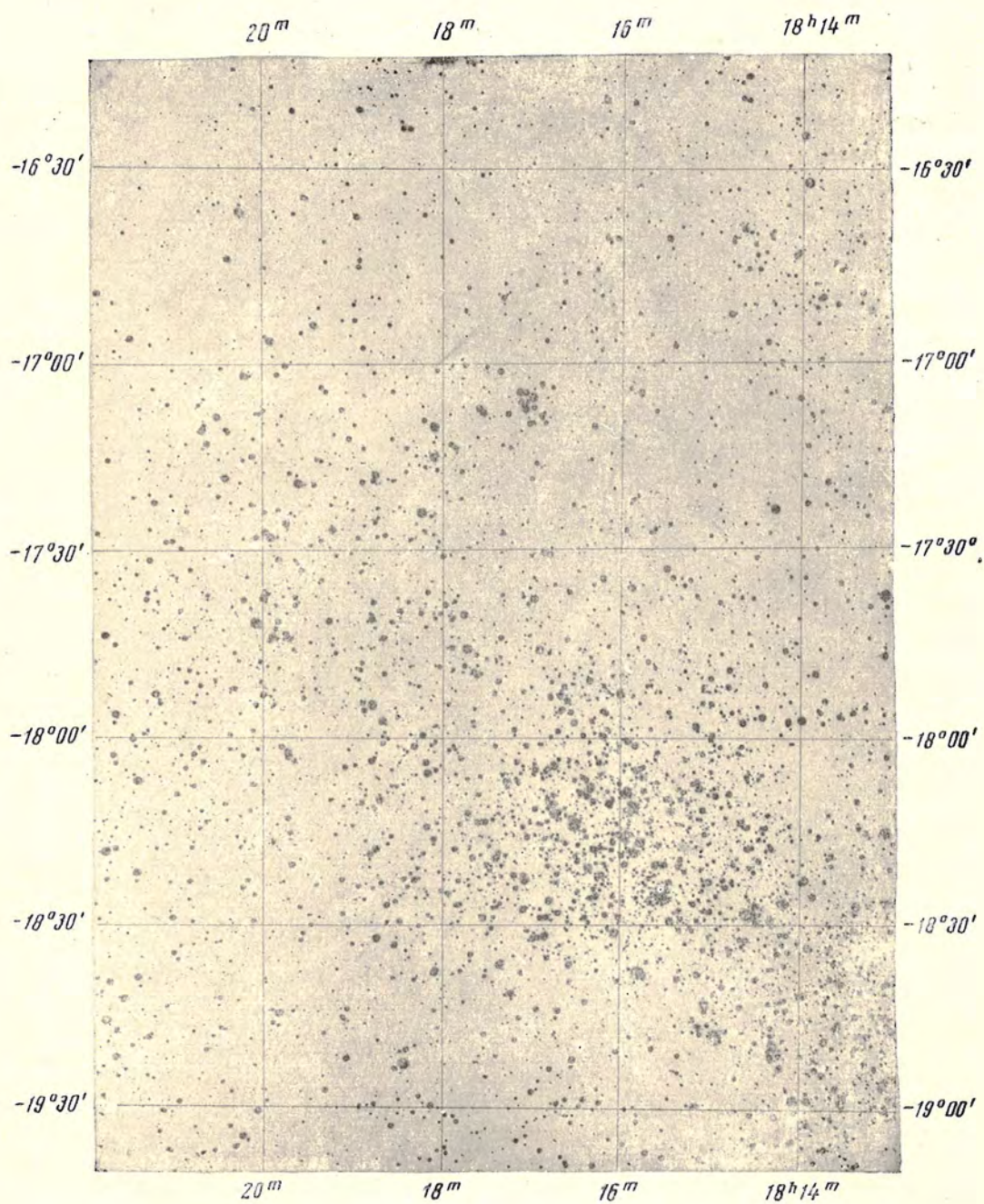
Фиг. 17



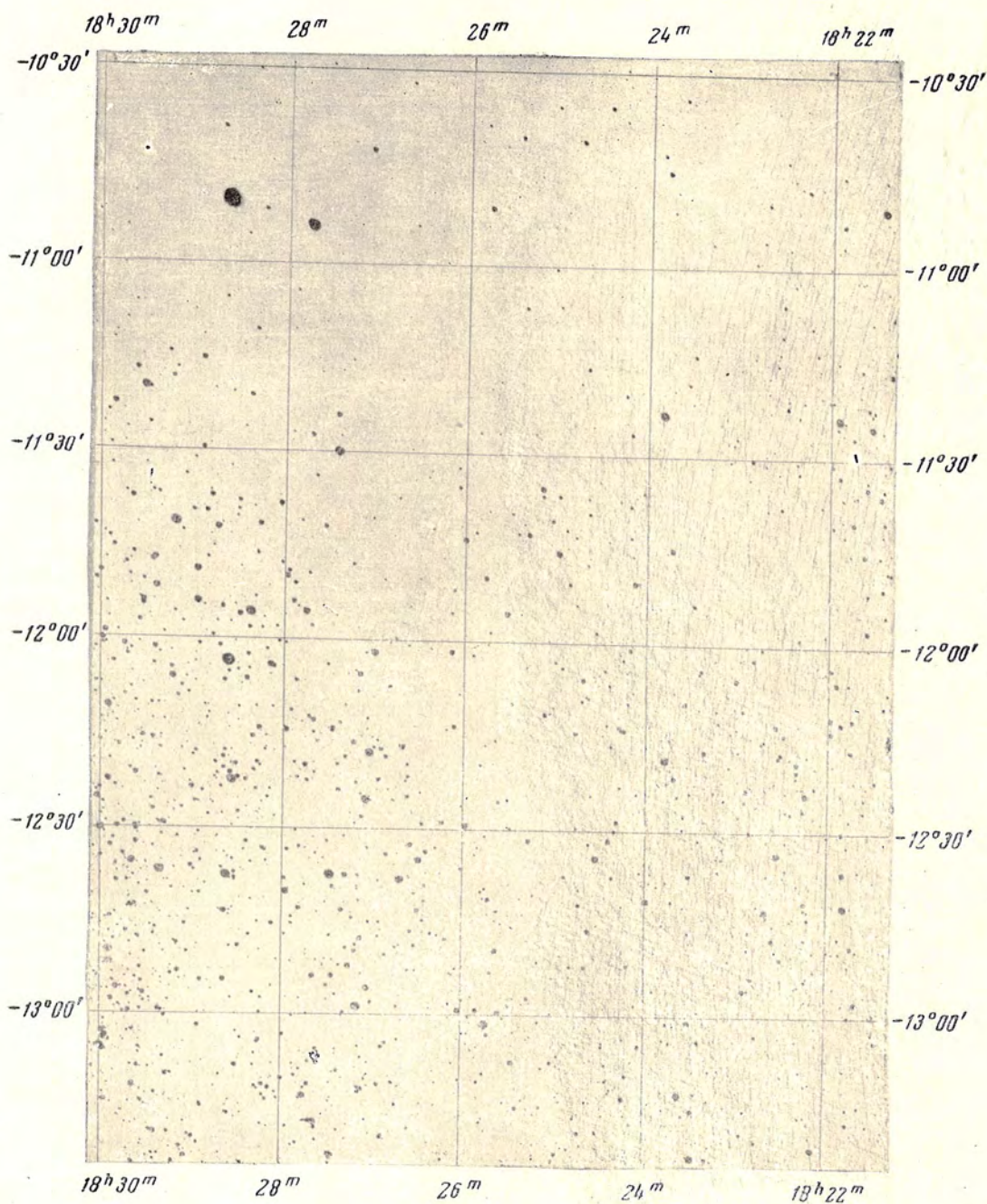
Фиг. 18



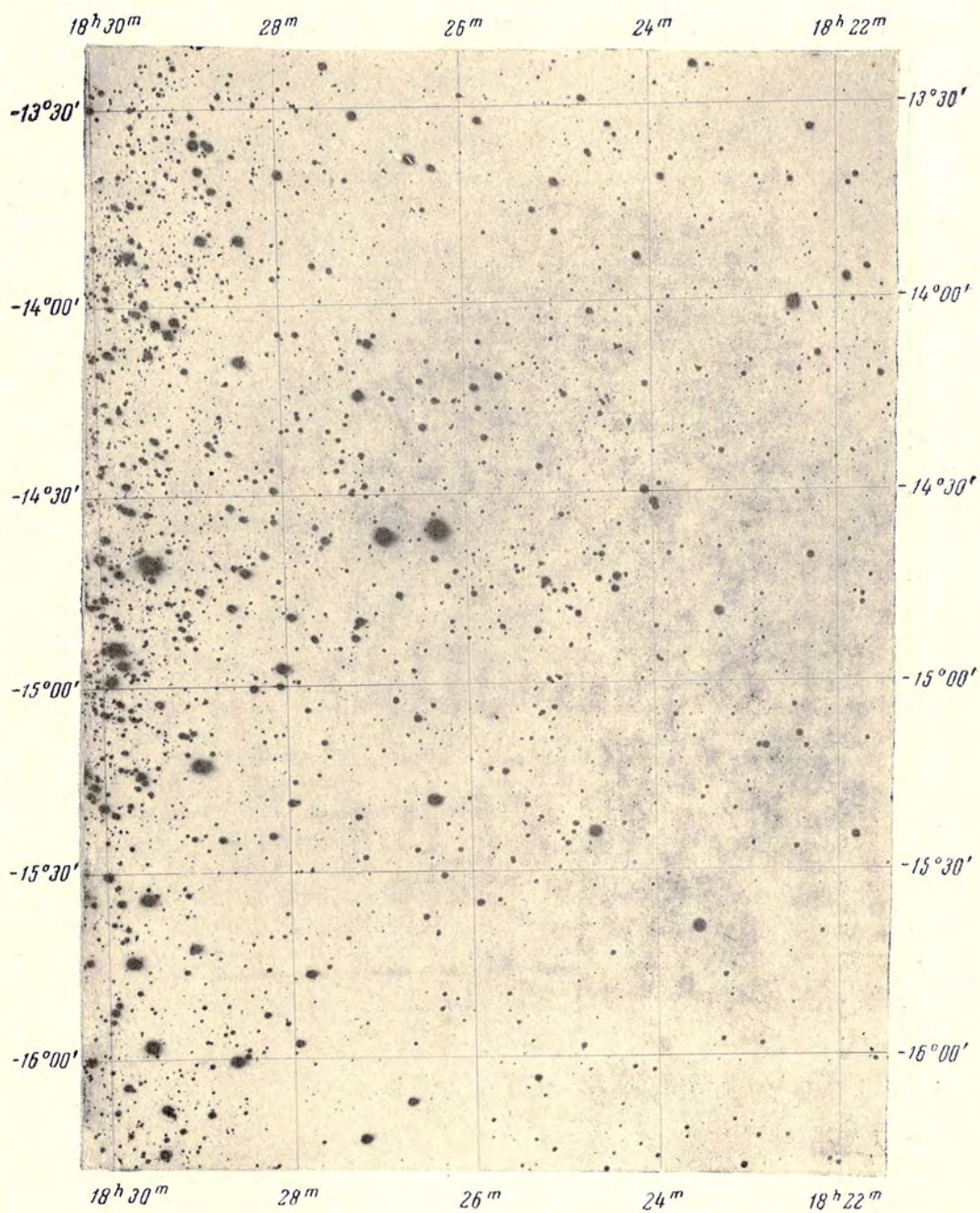
Фиг. 19



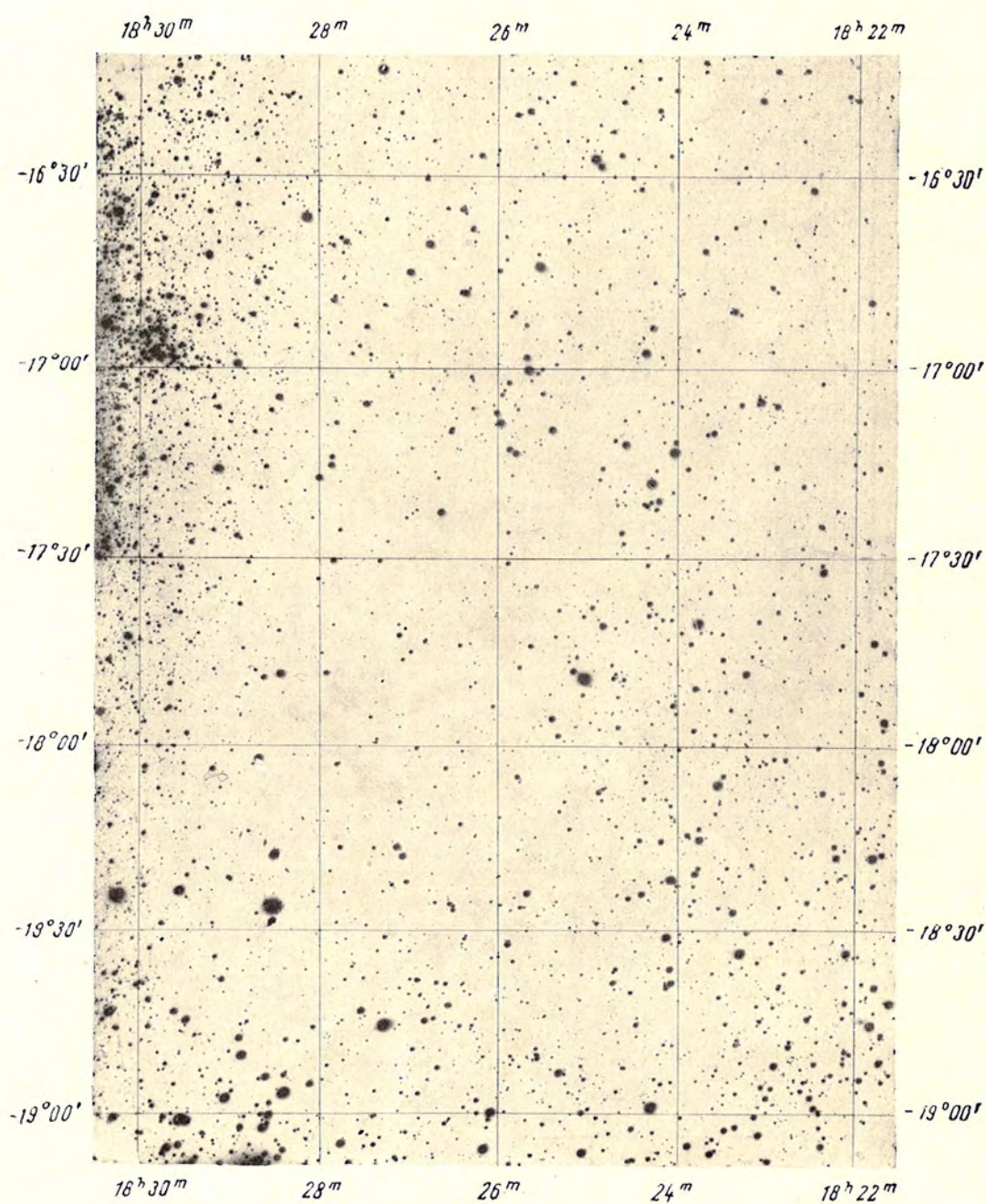
Фиг. 20.



Фиг. 21



Фиг. 22



Фиг. 23

СПЕКТРЫ И ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ 3340 ЗВЕЗД
В СОЗВЕЗДИИ ПЕРСЕЯЭ. С. Бродская и И. Ф. Шайн

На площадке около 45 квадратных градусов с центром $\alpha = 2^{\text{h}}30^{\text{m}}$ $\delta = +58^{\circ}0'$ определены спектральные классы и фотографические величины 3340 звезд ярче $12^{\text{m}}.5$. Для звезд спектральных типов O, B, A и части звезд F определены также показатели цвета. Фотографические величины и показатели цвета приведены к системе (B, V).

SPECTRA AND PHOTOGRAPHIC MAGNITUDES OF 3340 STARS IN PERSEUS
by E. S. Brodskaya and P. F. Shajn. — The spectral types and photographic magnitudes of 3340 stars brighter than $12^{\text{m}}.5$ were determined in an area of about 45 square degrees with the center $\alpha = 2^{\text{h}}30^{\text{m}}$, $\delta = +58^{\circ}0'$. For O, B, A and F stars the colour indices were also found. The photographic magnitudes and color indices were reduced to the (B, V) system.

Настоящий список звезд охватывает область по прямому восхождению от $2^{\text{h}}00^{\text{m}}$ до $3^{\text{h}}00^{\text{m}}$, по склонению от $+56^{\circ}0'$ до $+62^{\circ}0'$. В список не вошли звезды, спектральные классы которых не могли быть определены вследствие перекрытия другими звездами, а также звезды скопления η и χ Персея.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ

Классификация спектров производилась по негативам, полученным с помощью объективной призмы (дисперсия $250 \text{ \AA/мм}$ у H_β). Предельная фотографическая величина нашей классификации спектров типа A около $12^{\text{m}}.5$, для звезд других спектральных типов она несколько ярче. Критерии классификации и сведения о нашей аппаратуре приведены в работе [1]. Классификация звезд типов O—B на наших пластинках представляет наибольшую трудность. Основным критерием в этом случае служат интенсивности водородных линий и линии $\text{He I } \lambda 4026$, но вид водородных линий сильно меняется в зависимости от абсолютной величины звезды, в то время как другие линии, показывающие эффект абсолютной величины, видны в исключительных случаях. Линия $\text{He II } \lambda 4200$ в спектрах звезд O видна только в очень благоприятном случае, поэтому, как правило, мы не могли отличать звезды O от звезд B высокой свети-

мости. Спектры, обозначенные нами сВ0, могут быть спектрами типа О или В2 Ia, В2 Ib, но несомненно, что это ранние звезды высокой светимости.

ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ (m_{pg})

Фотометрическая часть работы не отличается существенно от работы [1], за исключением того, что все звезды измерялись с одной диафрагмой диаметром 2 мм, что соответствует 0,1 мм на негативе. Данные, характеризующие нашу цветовую систему, приводятся в работе И. И. Проник, напечатанной в этом томе.

В качестве стандарта величин мы воспользовались фотоэлектрическими величинами звезд скоплений h и χ Персея и их окрестностей [2]. Но при определении фотографических величин мы встретились с трудностью, заключающейся в том, что звезды слабее $11^m,0$ с известными V и $B-V$ располагаются близ центральной части скоплений и на наших пластинках не могут быть надежно измерены из-за близости соседних звезд. Поэтому мы дополнительно воспользовались величинами, определенными Оостерхофом фотографическим методом для большого числа звезд при исследовании двойного скопления h и χ Персея [3]. Благодаря наличию общих звезд мы привели фотографические величины звезд, располагающихся в менее плотной части скоплений, к системе величин [2] и пользовались ими дополнительно для построения характеристической кривой. При этом мы не пользовались звездами поздних спектральных классов.

Сравнение наших m_{pg} с фотоэлектрическими величинами B 95 звезд полученного позже каталога Хильтнера [4] показало, что для звезд спектральных классов О, В и А наши величины не обнаружили уравнения цвета, выходящего за пределы точности фотографического метода, относительно фотоэлектрических величин B при изменении $B-V$ от $0^m,0$ до $1^m,20$. Красные гиганты типа М, для которых известны фотоэлектрические величины, показали наличие уравнения цвета. Для определения соотношения между нашими величинами m_{pg} и величинами B мы воспользовались скоплениями М 39 и IC 4665, для которых имеются определения фотоэлектрических величин звезд поздних спектральных классов, и добавили пять звезд класса М нашей области, с известными фотоэлектрическими величинами. Решением уравнений по способу наименьших квадратов было найдено соотношение

$$B = m_{pg} - 0,201 (B - V) \pm 0,02 \quad (1)$$

для приведения m_{pg} звезд спектральных типов F, G, K и М к величинам B .

При определении m_{pg} каждая звезда измерялась по крайней мере на трех пластинках. Внутренняя точность каталожной величины характеризуется средней квадратичной ошибкой, равной $\pm 0^m,034$.

При определении величин m_v , которые мы будем условно называть визуальными, так как эффективная длина волны нашей системы значительно смещена в длинноволновую часть спектра, стандартом служили только фотоэлектрические величины V каталогов [2] и [4]. Первоначально для построения характеристической кривой использовались звезды спектрального класса В, для которых $B - V \leq 0^m10$.

По 45 звездам было установлено соотношение между m_v и V . Пользуясь этим уравнением, мы приводили величины V звезд, по которым мы строили характеристическую кривую, к $B - V = 0$. С этими характеристическими кривыми были получены все m_v .

При определении m_v звезды ранних спектральных классов, для которых мы определяли показатели цвета, измерялись на трех-пяти пластинках. Средняя квадратичная ошибка в этом случае составляет $\pm 0^m036$. Звезды G, K и M измерялись на одной пластинке с целью определения приближенного показателя цвета, который использовался нами только для приведения m_{pg} этих звезд к фотоэлектрическим величинам B .

Имея 93 звезды спектральных классов O, B и A с известными фотоэлектрическими величинами, мы уточнили соотношение между V и m_v , оно получилось:

$$m_v = v + 0^m027 - 0,41 (B - V), \\ \pm 0^m01 \pm 0^m02$$

ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА ($C. I.$)

Поскольку m_{pg} звезд спектральных классов O, B и A получились непосредственно в системе величин B , то наши показатели цвета этих звезд отличаются от $B - V$ только за счет m_v . В этом случае показатели цвета были получены как разности $m_{pg} - m_v$ и приведены к системе $B - V$ на основании соотношения $B - V = 0,71 C. I. + 0^m02$, вытекающего непосредственно из предыдущего. Приведение наших «красных» показателей цвета к системе $B - V$ оправдывает себя, во-первых, удобством при использовании каталога, во-вторых, плавное распределение энергии в спектрах звезд ранних спектральных классов в области от $\lambda 5000$ до $\lambda 6600$ позволяет перейти от наших показателей цвета к $B - V$ без ощутимой потери в точности. В нашем случае из 100 звезд O, B и A разных светимостей только две звезды типа В несколько уклонились от линейной зависимости между m_v и V , видимо из-за наличия эмиссионных линий.

Приближенные показатели цвета звезд спектральных классов K и M, а также F-звезд приводились к системе $B - V$ согласно соотношению $B - V = 0,638 C. I.$ и затем по формуле (1) m_{pg} приводилась к B .

Все определенные нами данные представлены в каталоге. Для отождествления звезд списка на фиг. 1—8 даны карты частей исследуемой области. Градация яркостей на картах не сохранена, так как слабые звезды подрисованы; координатная сетка отнесена

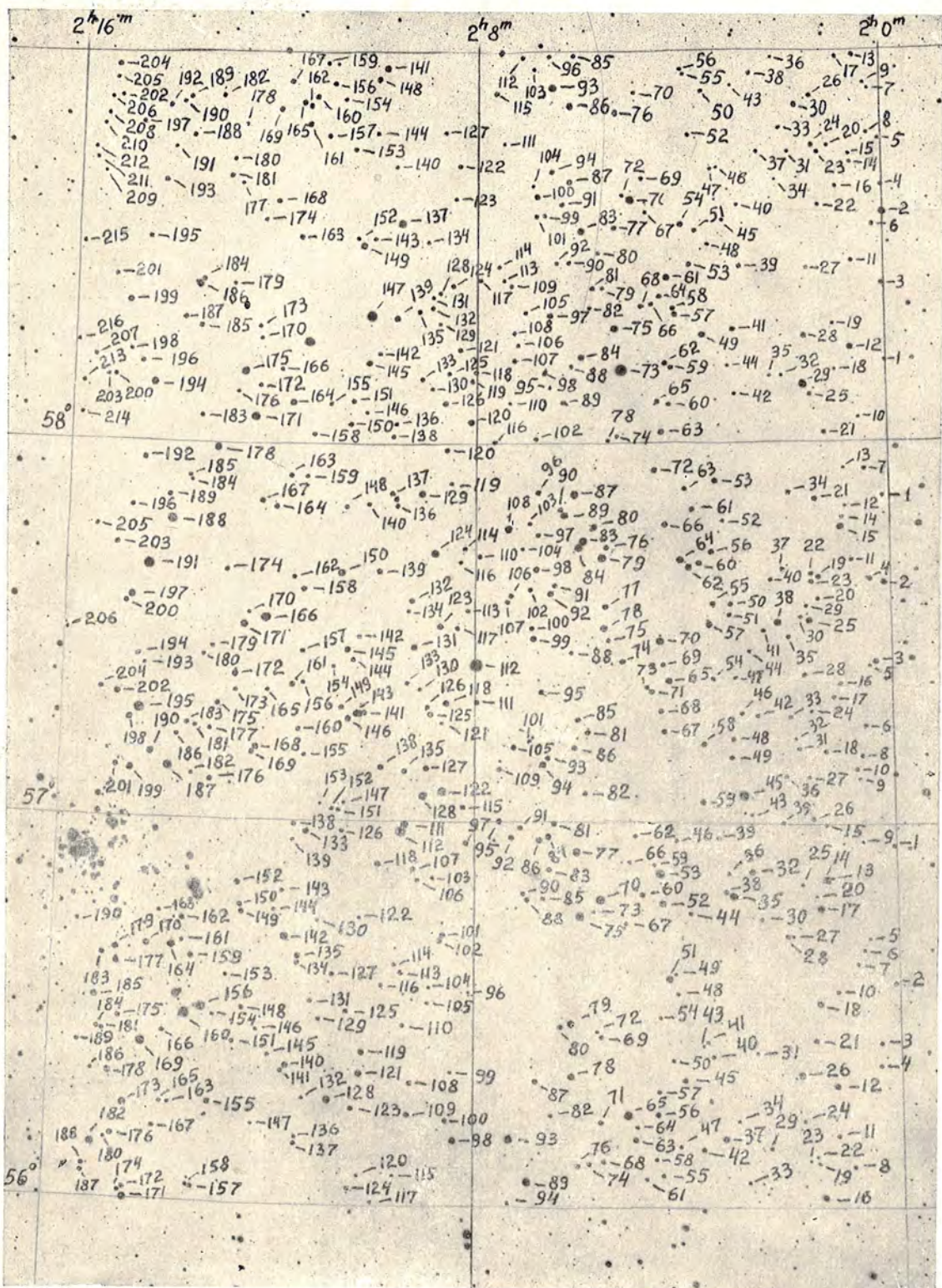
к эпохе 1950 г. Номера звезд в пределах каждой зоны склонения увеличиваются приблизительно в порядке возрастания прямого восхождения.

В 1-м столбце каталога даны порядковые номера соответствующей зоны склонения. Во 2-м столбце даны спектральные классы звезд. Видимые фотографические величины m_{pg} даны в 3-м столбце. Для звезд ярче $7^m.5$ фотографические величины, напечатанные в скобках, взяты из каталога AGK₂. В 4-м столбце помещены показатели цвета $C. I.$, приведенные к системе $B-V$. В 5-м столбце приводятся номера каталога BD. Спектральные классы звезд O, B и A с указанными классами светимости и относящиеся к ним фотометрические данные, напечатанные жирным шрифтом, взяты из каталога Хильтнера [4], только вместо величин V мы приводим величины B . Спектральные классы M с указанными классами светимости взяты из работы [5]. Знак * возле номера звезды указывает на наличие примечания в конце таблицы.

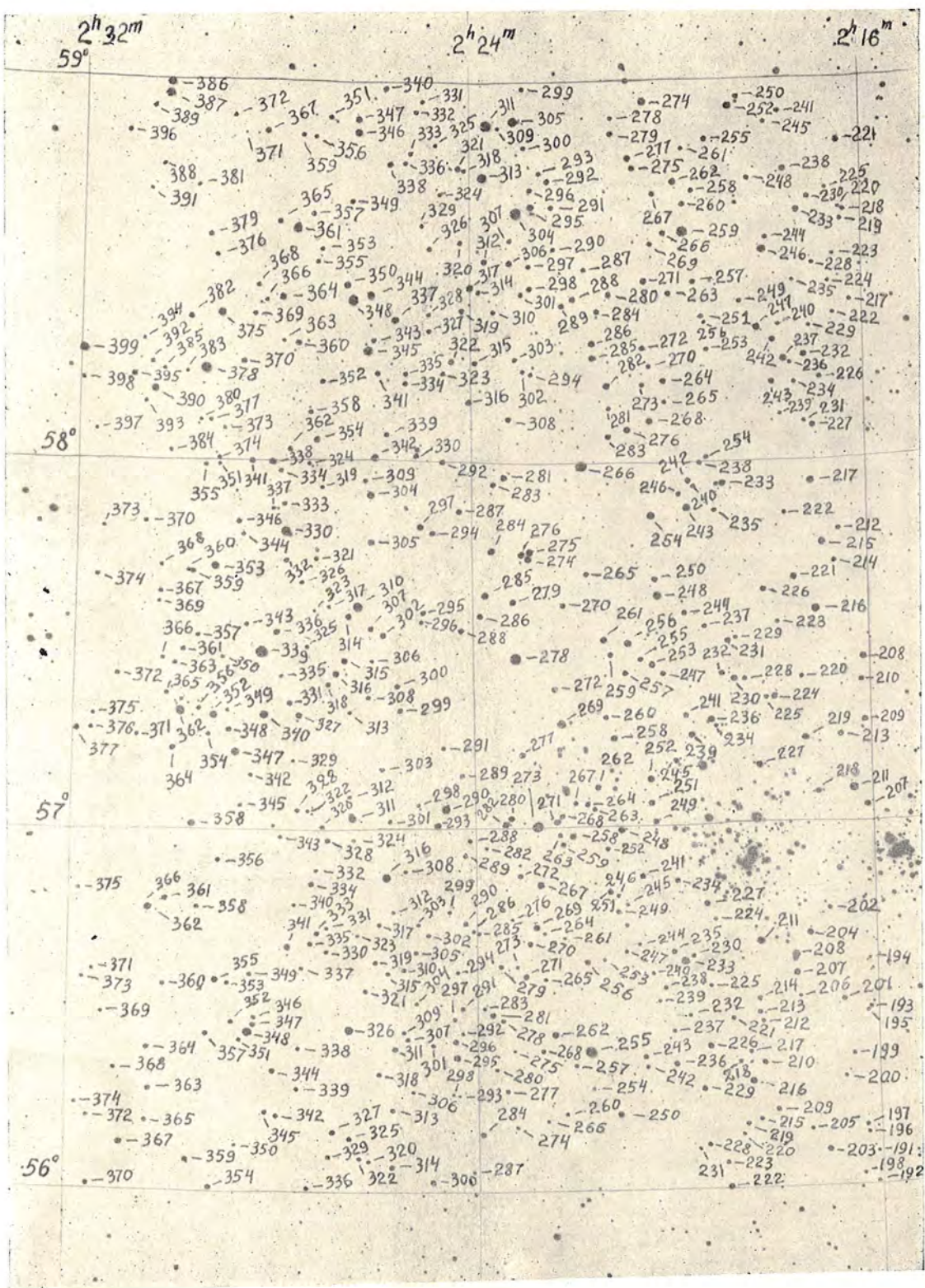
Выражаем благодарность Е. И. Иосько за приготовление карт и помощь при подготовке каталога к печати, О. П. Голландскому и В. В. Гаврилову за участие в измерениях негативов на микрофотометре.

Л и т е р а т у р а

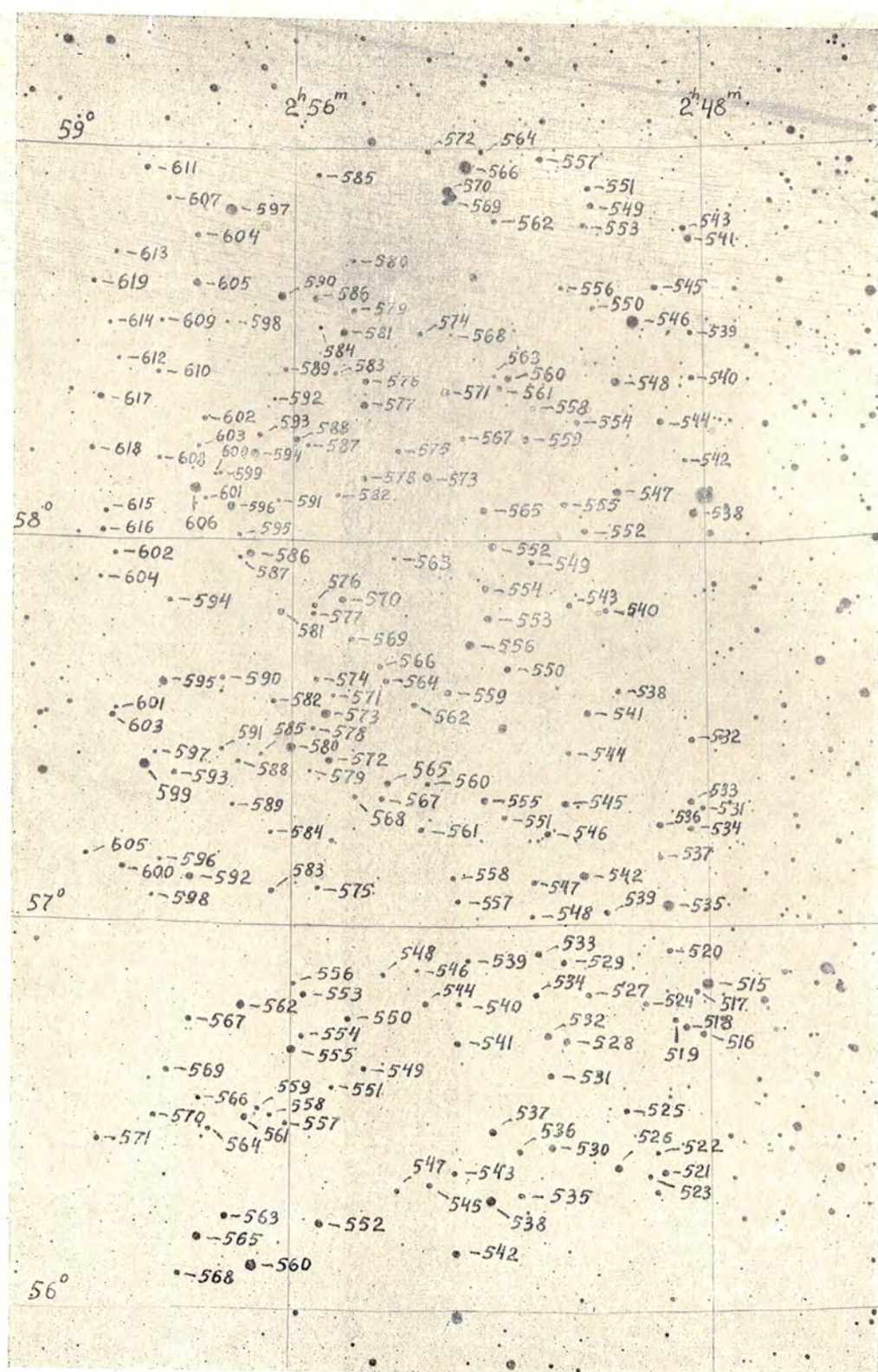
1. Э. С. Бродская. Изв. Крымской астрофиз. обс., 14, 1956.
 2. H. L. Johnson a. W. W. Morgan. Ap. J., 122, 429, 1955.
 3. P. Th. Oosterhoff. Leiden Ann., 17, № 1, 1937.
 4. W. A. Hiltner. Ap. J., Suppl., 2, № 24, 1956.
 5. V. M. Blanco. Ap. J., 122, 434, 1955.
-

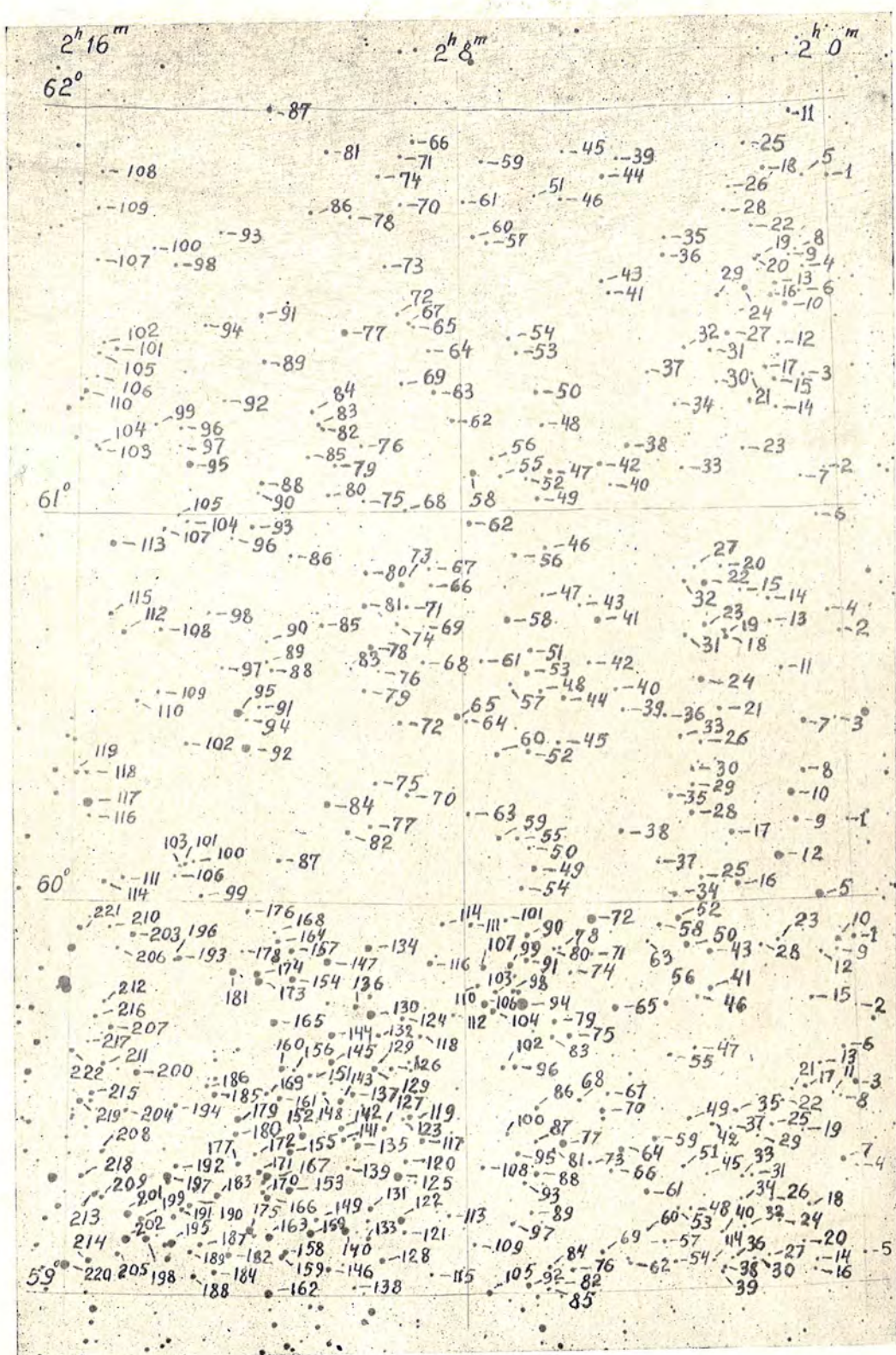


Фиг. 1

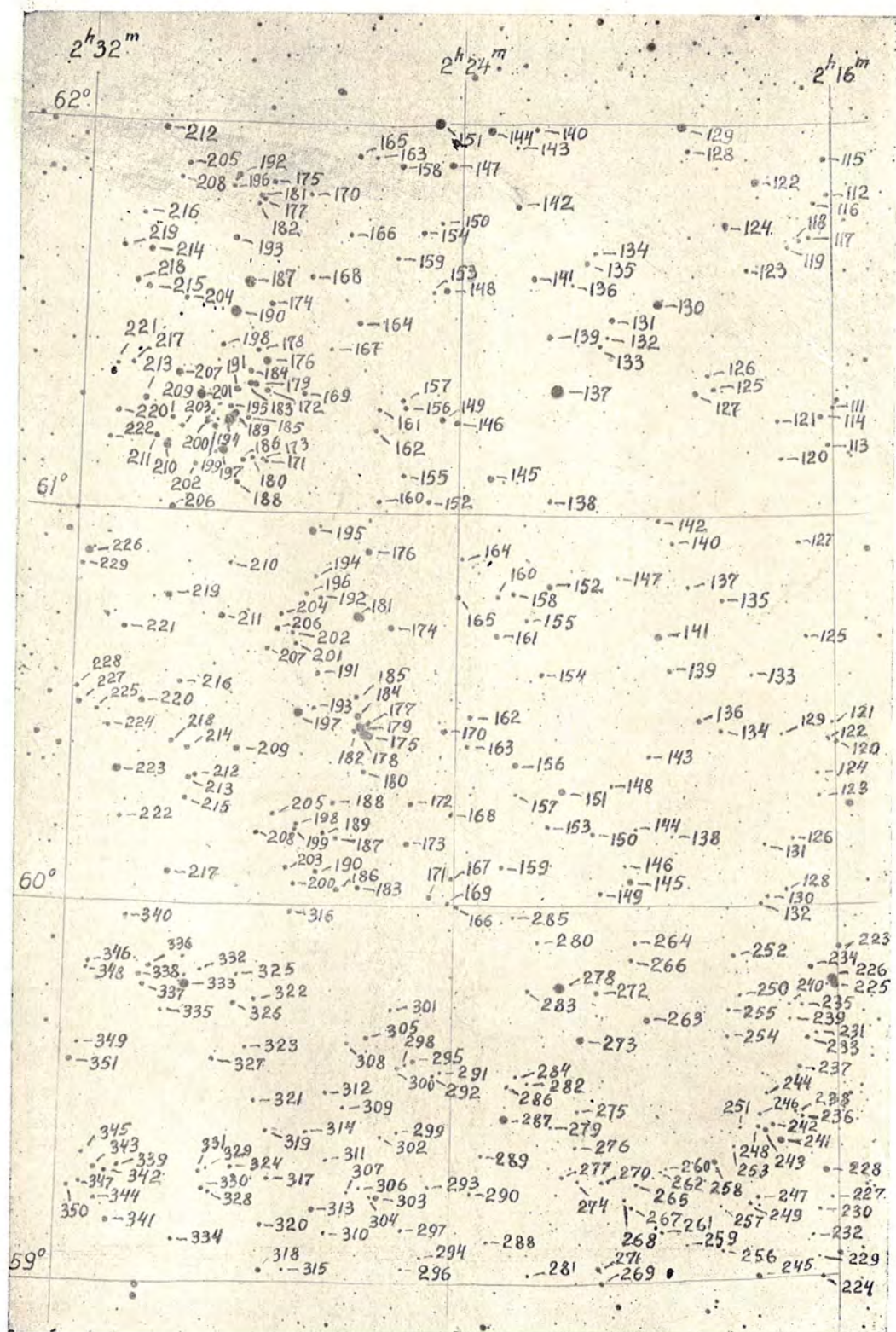


Фиг. 2

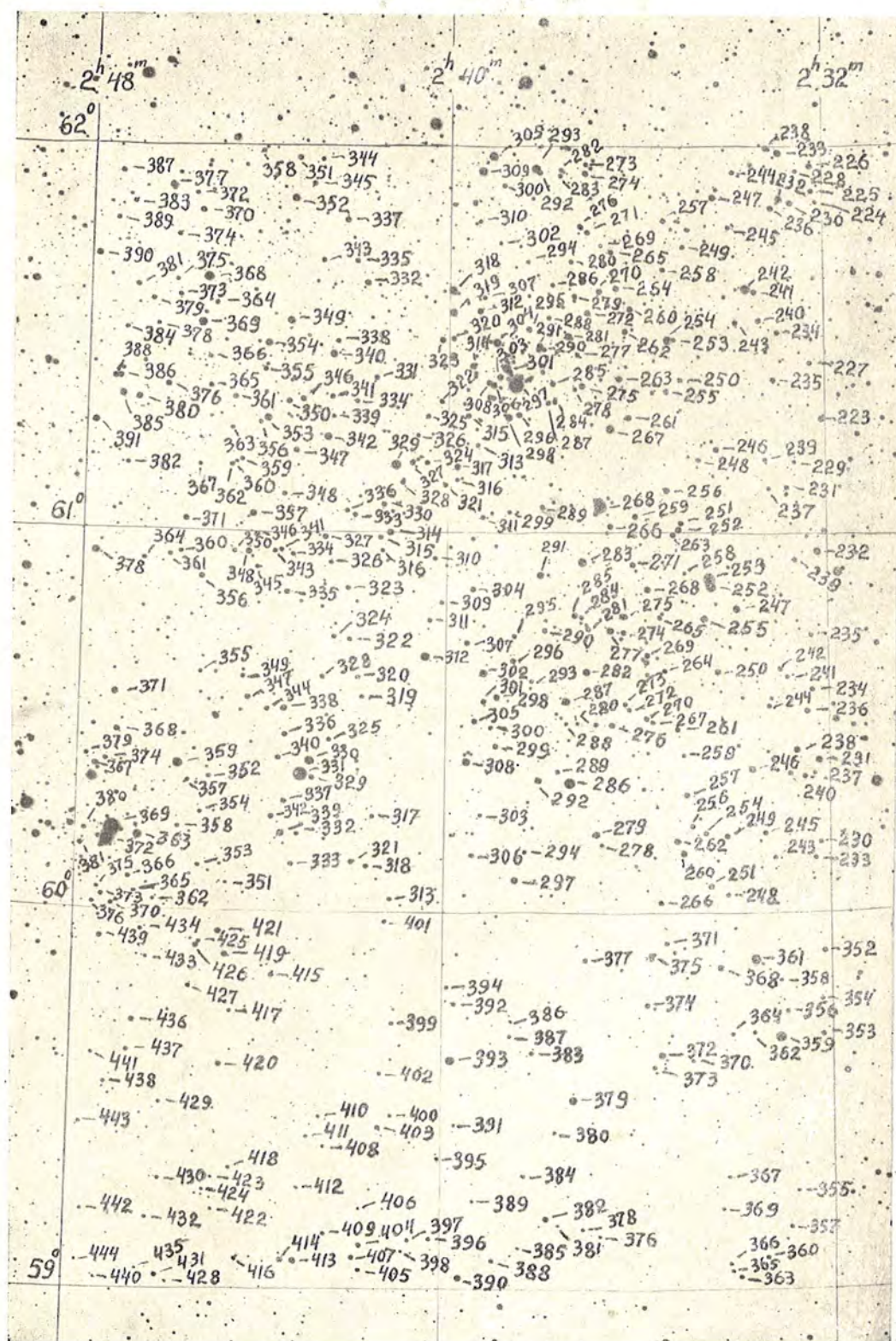




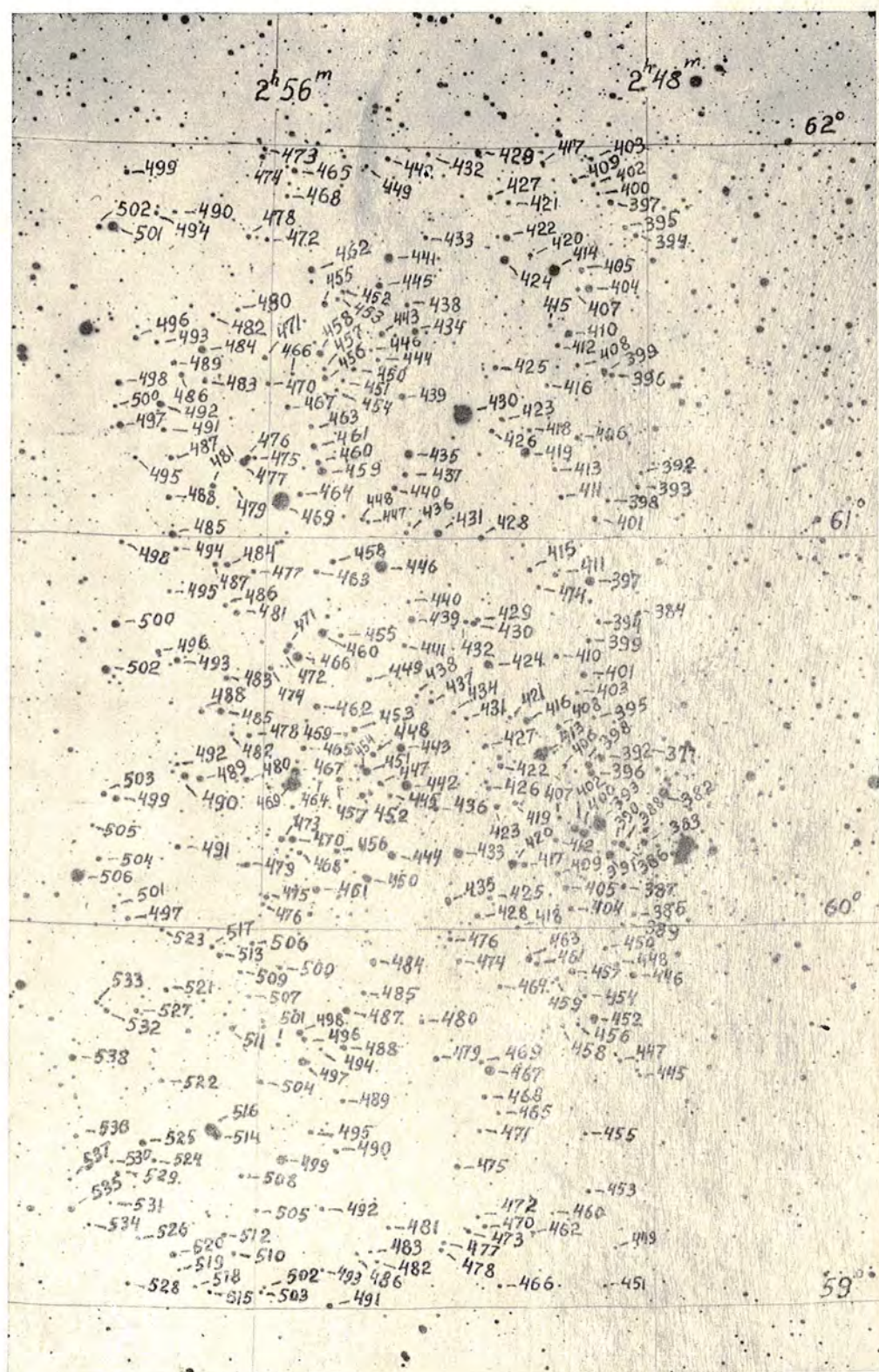
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

КАТАЛОГ

Зона +56°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
1	K2	10,89		56°411	51	A1	9,38	0,20	56°427
2	A0	11,67	0,10		52	gK0	9,14		56 428
3	A2	10,64	0,18	55 482	53	B0pe	8,76	0,23	56 429
4	K0:	10,87		55 483	54	F0	12,18		
5	A0	11,93	0,09		55	A0	11,88	0,07	
6	B6	11,74	0,15		56	G2	10,34		55 510
7	F2	11,36	0,38		57	K	11,26		55 509
8	B8	11,73	0,08		58	A5	11,36	0,23	55 511
9	K	11,80			59	G0:	11,83		
10	G0	11,83			60	A0	10,61	0,15	56 430
11	A0	11,23	0,03		61	G2	11,39		
12	B2	10,27	0,02	55 486	62	G0	11,54		
13	G2:	11,2:			63	B9	10,30	0,13	55 514
14	A2	8,85	0,07	56 416	64	K	11,24		55 513
15	A0	11,75	0,18		65	F0	8,89	0,26	55 516
16	B2	9,64	0,05	55 489	66	B5	11,78	0,13	
17	B2	9,42	0,09	56 417	67	A2	11,50	0,15	
18	B9	9,95	0,01	56 418	68	B3	11,16	0,20	55 522
19	B8	11,56	0,05		69	B3	10,92	0,26	
20	A	12,07	-0,02		70	B5	8,48	-0,02	56 431
21	F0	10,41		55 490	71	A0	10,72	0,26	55 523
22	A0	12,07	0,07		72	A	11,99	0,11	
23	K2	11,56			73	G2	11,90		
24	F8	11,51	0,34		74	A5	10,99	0,30	55 524
25	G2	11,76			75	B1IV::	8,79	0,13	56 432
26	A0	9,73	0,16	55 492	76	A0	10,25	0,07	55 525
27	G8	11,66		56 420	77	A0	10,62	0,11	
28	G2	10,73		56 421	78	B9	9,53	0,15	55 526
29	F8	11,12	0,32	55 494	79	B9	9,25	0,01	56 433
30	G0	11,00		56 422	80	F0	10,49		56 434
31	G8	11,44		55 495	81	A0	11,09	0,08	
32	A8	9,98	0,43	56 423	82	F8	11,67	0,48	
33	M	11,52			83	B2	11,33	0,22	
34	A0	11,62	0,03		84	A0	10,69	0,22	
35*	B2 III	9,11	0,08	56 425P	85	F5	11,72	0,42	
36	G	11,56			86	F0	10,53		54 436
37	B5	9,99	0,42	55 499	87	M	10,02	2,26	55 529
38	A5	10,78	0,52		88	F5:	11,36	0,40	
39	G8	11,41			89	gK0	8,3		55 530
40	A0	11,39	0,10	55 500	90	A8	12,01	0,28	
41	B5	11,83	0,16		91	G2	11,40		
42	K5	10,58		55 501	92	A5	10,81	0,37	56 437
43	K0	11,64			93	F5	9,1		55 531s
44	G0:	11,6			94	F5:	11,89	0,41	
45	B3	10,41	0,16	55 504	95	A0	11,01	0,08	
46	B2	11,75	0,01		96	G5:	11,57		56 430
47	G2:	11,66			97	B0	10,53	0,19	56 440
48	A0	12,09	0,19		98	B8	9,22	0,06	55 536
49	F	11,73	0,21		99	G8	11,36		55 537
50	B5	11,49	0,13		100	A0	10,39	0,18	55 538

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
101	B1	10,64	0,18	56°444p	151	B3	10,78	0,10	
102	gK0	10,30		56 444	152	G5	11,21		
103	B9	12,11	0,16		153	B5	10,99	0,08	
104	F0	11,86	0,29		154	B8	11,32	0,06	
105	B9:	11,80	0,08		155	B2	10,10	0,10	55°557
106	B5:	11,58	0,42		156	B0 III p	8,36	0,10	56 469
107	G8	10,66	0,52		157	A5p	10,84	0,32	
108	B5	10,92	0,01	55 539	158	B3:	11,04	0,05	
109	A2	9,97	0,26	55 540	159	B3	10,10	0,17	56 472
110	A0	11,24	0,07	56 447	160	B2Ib	7,67	0,19	56 475
111 *	G5	9,10		56 446	161	A0	10,75	0,16	
112 *	G2	7,59		56 449	162	B3	10,20	0,23	56 477
113	B9	11,37	0,24		163	A5	11,93	0,17	
114	A0	11,51	0,13		164	B1 IV	9,33	0,16	56 479
115	A0	11,80	0,29		165	B3	11,05	0,03	
116	B5	11,56	0,16		166	B2	10,96	0,09	
117	F2	10,90			167	F5	11,11		
118	B3	10,72	0,21		168	A0	11,04	0,12:	
119	B0	10,09		55 542	169 *	B1	8,43	0,16	55 564
120	G0	11,67			170	B0:V:ne	9,94	0,32	56 484
121	B1 III	9,48	0,18	55 543	171	B0,5 V	8,89	0,14	55 567
122	A8	12,23	0,27		172	B	11,00	0,02	
123	B2	10,54	0,16	55 544	173	K0	8,67		55 568
124	A5	11,01	0,19	55 545	174	A0	11,37	0,20	
125	F8	12,10			175	B9	10,55	0,12	56 490
126	G2	11,84			176	A0	10,46	0,24	55 569
127	F2	11,02	0,33		177	B1 V:pe:	9,81	0,19	56 493
128	B0,5 Vp	8,92	0,09	55 547	178	K2	9,02		55 570
129	B5	11,76	0,31		179	B1	10,29	0,13	56 494
130	K2	11,61			180	A0	11,35	0,26	
131	B8	10,84	0,26	56 455	181	B3	11,43	0,03	
132	B5	11,79	0,03		182	B8	8,85	0,16	55 571
133	F2	10,20	0,46	56 456	183	A0	10,48	0,15	56 503
134	A0	10,60	0,18	56 457	184	B3	11,50	0,17	
135	B5:	10,68	0,25	56 459	185	B1 V	9,46	0,23	56 507
136	G	11,70			186	B2	11,68	0,16	
137	B3	11,01	0,12	55 548	187	A	10,75	0,27	55 573
138	K2	10,47		56 460	188	G0:	11,02	0,44	55 572
139	K0	11,35			189	F2	10,78	0,38	55 574
140	A5	10,22	0,30	55 549	190	B3	10,86	0,35	56 529
141	G2	11,19		55 550	191	B5	11,16		
142	B1 Ib	9,21	0,56	56 462	192	B2	10,56	0,14	
143	G8	10,69			193	B2	10,31	0,13	56 541
144	G5	10,96		56 463	194	B2	10,99	0,23	
145	B9	11,66	0,26		195	A5	11,01	0,17	56 542
146	G0	11,62			196	A5	10,16	0,26	55 576
147	B3	11,69			197	G0:	10,96		55 577
148	A0	11,04	0,24		198	B3	10,56	0,17	55 579
149	B5	10,83	0,31		199	K0	9,68		55 581
150	B0	10,91	0,44		200	A8	10,66	0,28	55 582

№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD	№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD
201	B5	10,76		55°546	251	gK2	10,09		56°608
202 *	M3 Iab	10,07		56 547	252	B2	10,66	0,33	
203	B1 II—III	8,83	0,26	55 587	253	B3	11,36	0,42	
204	cB5	9,51	0,28	56 550	254	A0	10,98	0,19	
205	B0	10,76	0,12	55 589	255	B2 Ia	6,52	0,31	55 612
206	B5	11,20	0,12		256	cB5	9,94	0,38	56 610
207	B2	9,77	0,30	56 554	257	A1	10,91	0,40	55 614
208	B2 II	8,83	0,31	56 555	258	B1	9,68	0,15	56 611
209	B3	11,36	0,13		259	B3	10,43	0,25	56 614
210	B2	10,24	0,16	55 594	260	B8	11,64	0,21	
211	O6	8,64	0,16	56 567	261	B5	11,42	0,25	
212	B5:	11,48	0,07		262	cB0	9,27	0,42	55 615
213	A0	10,77	0,26	56 569	263	A5	10,60		
214	A5	11,19	0,38		264	B3	11,46	0,22	
215	A0	10,04	0,12		265	G5	11,73		
216	A1	9,78	0,35	55 596	266	A8	11,08	0,30	
217 *	M3 Iab	9,85	2,16	55 597	267	B8	9,07	0,28	56 620
218	B5	12,17	0,18		268	A0	10,91	0,11	
219	A0	10,55	0,17		269	A2	9,43	0,38	
220	B5	11,95	0,02		270	B9	10,53	0,32	56 622
221	B3	11,34	0,08		271	B3	9,94	0,43	56 623
222	A0	10,96	0,10		272	B1	10,06	0,48	56 624
223	K0	11,33			273	A2	11,39	0,37	
224	B0	11,02	0,44		274	F2	11,41	0,35	
225	B5	10,87	0,25		275	K2	11,60		
226	gK2	9,40		55 600	276	B2	11,85	0,26	
227	B0	9,83	0,17	56 592	277	B5	11,35	0,26	
228	gK0	9,72		55 601	278	G0	11,79		
229	B2	11,13	0,15	55 602	279	K0	11,07		56 626
230	B2	11,68	0,08		280	K2	11,93		
231	B5	11,99	0,04		281	B5	9,66	0,29	56 627
232	A5	11,60	0,39		282	B3	11,76	0,32	
233	B5	8,72	0,19	56 598	283	A2	10,86	0,43	56 628
234	B3	10,92	0,37		284	A2	9,81	0,31	55 620
235	G0	9,94	0,50	56 600	285	B5	11,97	0,30	
236	B0,5 Vpe	9,61	0,27	55 605	286	F2	11,66	0,42	
237	B8	11,59	0,14		287	A2	12,04	0,24	
238	cB5:	11,49	0,42		288	K0	10,54		56 629
239	B2	11,74	0,26		289	B2	11,42	0,34	
240	B2	11,51	0,23		290	A2	11,19	0,44	
241	B3	10,56	0,33		291	B8	12,03	0,20	
242	A0	10,76	0,23		292	B3	10,97	0,19	
243	A0	9,83	0,23	55 607	293	B3	12,13	0,33	
244	F0	11,30	0,37		294	G0	10,87		
245	B2	11,24	0,31		295	B8	8,63	0,08	55 622
246	B5:	12,07	0,35		296	B1	9,70	0,21	55 623
247	A5	11,74	0,39		297	B3	11,19	0,29	
248	A	9,63	0,23	56 605	298	A2	11,52	0,42	
249	B2	10,42	0,18		299	B3	11,83	0,19	
250	gA5	8,87	0,29	55 609	300	A0	9,12	0,25	55 626

Зона +56°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
301	K0	11,74			351	K5	11,83		
302	B3	11,99	0,33		352	K2	10,60		56°649
303	B2	12,09	0,14		353	B3	12,15	0,24	
304	G5	11,98			354	B3	12,19	0,10	
305	B2	11,74	0,21		355	B8	9,83	0,43	56 651
306	F2	12,00			356	F0	10,91	0,40	
307	B8	10,50	0,20	55°628	357	K0	11,40		56 653
308	F5	11,70			358	B9	11,35	0,57	
309	A5	11,82	0,40		359*	B2	9,90	0,94	55 643s
310	B3	11,60	0,23		360	A0	11,87	0,45	
311*	B9	9,49	0,35	55 629	361	G2	10,89		
312	B5	11,82	0,27		362	F0	12,15	0,42	
313	K2	10,13		55 630	363	A0	10,50	0,28	55 646
314	K2	11,44			364	B5	9,84	0,40	55 647
315	G8	11,77			365	K2	11,25		55 648
316	B9	8,70	0,17	56 632	366	gA0	9,12	0,26	56 659
317	B3	11,77	0,30		367	A2	9,80	0,38	55 652
318	B0	11,13	0,29		368	B2	11,47	0,32	55 653
319	A2	12,05	0,24		369	A0	11,92	0,35	
320	B2	11,06	0,29	55 633	370	A0	10,10	0,34	55 656
321	B3	10,48	0,36	56 634	371	A2:	12,28	0,50	
322	B5	11,21	0,38		372	A0	12,40	0,47	
323	B3:	12,21	0,37		373	A2:	12,48	0,40	
324	A2	12,19	0,39		374	A5	11,46	0,48	
325	B5	11,51	0,34		375	G8	11,81		
326*	B9	8,16	0,20	56 637	376	B1	11,48	0,59	
327	B3	11,87	0,15		377	F0	11,04	0,55	55 661
328	A0	11,04	0,34		378	F5	10,52		55 662
329	B8:	12,20	0,62		379*	A5	9,91		56 662P
330	B8	11,07	0,29		380	B2	10,65	0,49	56 666
331	A2	12,14	0,17		381	A0	12,31	0,42	
332	B2	12,05	0,27		382	G0	10,82		55 666
333	G0	10,62		56 639	383	K2	11,94		
334	A0	10,84	0,33		384	B8	11,80	0,30	
335	A2	11,49	0,39		385	B3	11,18	0,48	
336	K2	11,68		55 636	386	A0	10,25	0,21	
337	M0	11,10		56 641	387	B5:	12,40	0,29	
338	B8	11,11	0,23		388	G5	10,09		56 667
339	K0	11,55			389	B5	11,48	0,45	
340	F0	12,12	0,50		390	B9	11,18	0,52	55 673
341	B2:pe	9,18	0,34	56 642	391	A2	10,93	0,56	56 669
342	G0	12,06			392	F0	11,57		56 670
343	G0	11,74			393	A0	11,46	0,59	
344	K0	11,87			394	A2	11,39	0,40	55 675
345	G0	11,31			395	G5	11,51		
346	B3	10,83	0,30	56 645	396	A2	12,32	0,44	
347	A0	10,37	0,26	56 646	397	B5	10,15	0,45	56 671
348	B1 V	9,55	0,28	56 647	398	B2	11,94	0,29	
349	B8	10,57	0,28		399	B2	12,25	0,50	
350	K2	11,93			400	G8	10,66		55 677

№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD	№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD
401 *	M3 Iab	10,50	2,30	56°673	451	B8	10,41	0,63	56°695
402	G0	11,95			452	B8	10,56	0,40	56 694
403	B8	11,39	0,30	56 674	453	A0	10,86	0,36	
404	G0	10,46		55 680	454	A5	8,51	0,26	55 696
405	B9	11,76	0,49		455	F2	10,66	0,45	56 696
406	A2	11,17	0,44	56 675	456	B3	11,68	0,74	
407	G0	11,58			457	B2	10,78	0,62	56 700
408	B5	11,17	0,53	56 680	458	A2	11,99	0,49	
409	A0	11,57	0,27		459	A0	10,03	0,22	56 701
410	G0	12,19			460	A0	11,20	0,46	
411	G0	12,25	0,60		461	A0	8,83	0,20	56 702
412	B3	12,37	0,41		462	B0p	9,25	0,40	56 703
413	B0	12,05	0,52		463	B3	11,09	0,35	56 704
414	B2	11,17	0,37	55 685	464	B3	12,32	0,63	
415	A5	10,14	0,33	55 686	465 *	A8	9,84	0,38	55 698 p
416	B9	12,11	0,50		466 *	K0	10,60		56 705
417	G0	12,14			467	A5	9,71	0,36	56 706
418	gF2	8,0		55 688	468	A5	11,41	0,48	
419	B9	11,84	0,43		469	A2	10,04	0,26	55 700
420	A0	9,08	0,12	56 682	470	K0	11,70		
421	G5	10,87			471	A0	12,02	0,40	
422	G0:	12,13	0,44		472	gA8	8,50	0,26	56 708
423	A8	11,22	0,47		473	G5	11,13		
424	B8	7,5		55 689	474	F2	11,77	0,48	
425	F8	12,41	0,48		475	B9	12,37	0,44	
426	WR	10,20		56 686	476	A2	12,30	0,36	
427	G0	11,45			477	A0	11,77	0,32	
428	G2	10,64		56 687	478	F5	12,13	0,42	
429	A0	10,85	0,38		479	K0	11,25		56 710
430	F5	11,90			480	A0	9,57	0,21	56 711
431	F8:	12,18			481	B5	11,87	0,58	
432	B5	12,21	0,42		482	G0	12,01	0,54	
433	F0	12,00			483	B1	11,22	0,48	55 703
434	G2	10,76		55 690	484	F8	12,11		
435	B8	11,17	0,38	55 691	485	A0	10,48	0,26	56 712
436	B1	12,46	0,52		486	G2	11,85		
437	A0	12,35	0,29		487	B1	11,78	0,67	
438	A2	12,29	0,50		488	B3	12,04	0,53	
439	A2	8,89	0,27	55 692	489	G2	12,12		
440	A0	12,25	0,52		490	G0	11,70		
441	B3	11,15	0,55	56 690	491	G8	11,46		56 714
442	A0	10,72	0,23		492	B9	12,08	0,47	
443	G2	12,22			493	F8	11,93		
444	B9	12,01	0,43		494	B5:	12,27	0,72	
445	B6	11,62	0,39		495	F8	12,29	0,54	
446	B8	12,00	0,50		496	A0	10,23	0,49	56 715
447	A1	12,31	0,61		497	gK0	8,08		56 717
448	O5 f	9,19	0,48	56 693	498	A0	8,78	0,12	55 709
449	G2	10,16		55 694	499	A5 Ia	7,14	0,89	56 718
450	G2	11,13			500	G0	10,75		

Зона +56°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
501	G5	11,58			536	G2	11,76		
502	A0	11,40	0,44		537	A5	10,63	0,54	56°744
503	K2	11,55		56°719	538	A0	9,10	0,24	55 723
504*	B8	9,41	0,38	56 721	539	B5	12,4		
505	M0	11,09		56 723	540	G5	12,15		
506	B1	11,43	0,77	56 722	541	B8	11,21	0,52	56 746
507	G0	11,75			542	G5	10,38		55 725
508	A0	11,84	0,54		543	K0	11,53		55 724
509	K2	9,90		56 725	544	K2	10,41		56 747
510	A0	12,37	0,63		545	G8	11,69		
511	K2	11,41		56 726	546	G2	12,2		
512	F8	11,67			547	G8	12,12		
513	A0	11,65	0,43		548	B9	11,90	0,70	
514	B0	11,50	0,84	56 727	549	G2	12,06		
515	O7f:	9,10	0,65	56 728	550	K0	10,85		56 751
516	B3	12,00			551	G2	12,2		
517	B3	12,20	0,61:		552	B2	10,97	0,69	55 731
518	WR	10,91		56 731	553	K2	11,46		56 753
519	G0:	12,3			554	B5	11,87	0,62	
520	A2:	12,25	0,44		555*	F0	9,80	0,64	56 755
521	B0	10,76	1,11	55 716	556	A2	12,01	0,80	56 754
522	B8	12,22	0,63		557	K2	11,57		56 756
523	G0	11,91			558	G2	11,86		
524	B8	11,79	0,51		559	G0	12,15	0,67	
525	G0	12,02			560	gA5	8,69	0,27	55 733
526	F8	10,54	0,53		561	K0	10,83		56 758
527	G5	11,79		56 735	562	A2	9,57	0,54	56 759
528	K0	10,50		56 738	563	A0	10,85	0,63	55 735
529	F5	11,57	0,49		564	A2	12,21	0,58	
530	G2	10,51		56 740	565	K0	9,50		55 736
531	G0	11,00		56 741	566	B2	12,35	1,16	
532	A1	10,57	0,41	56 742	567	G2	10,91		56 760
533	A2	11,59	0,72		568	G5	11,96		
534	G2	11,37			569	A0	11,00	0,70	56 762
535	G5	11,87		55 720	570	G2	11,54		56 763
					571	G5	11,51		

Зона +57°

№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD	№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD
1	A5	11,50	0,33		51	A5	11,43	0,20	
2	G0	9,91		57°465	52	B5	12,25	0,20	
3	A0	11,08	0,17	56 412	53	G5	9,51		57°479
4	G0	10,49		57 468	54	B5	12,17	0,09	
5	A2	11,67	—0,02		55	A5	10,73	0,27	57 481
6	G8	10,78		56 413	56	A5	10,75	0,29	57 480
7	F0	11,30			57	G2	10,03		57 482
8	K5	11,19		56 414	58	A0	10,89	0,18	
9	G	10,89			59	A0	10,61	0,10	
10	A1	10,87	0,11	56 415	60	G5	11,36		
11	G8	11,38		57 470	61	B5	10,44	0,26	57 484
12	G0:	12,06	0,30		62	G2	10,44		
13	A0	12,13	0,15		63	B3	11,99	0,22	57 485
14	—	11,45	1,02		64	B3	11,15	0,30	
15	G8	9,07		57 471	65	A0	10,70	0,26	56 426
16	A3	11,71	0,36		66	B3	10,98	0,19	
17	F0	11,81			67	G5:	11,37		
18	B2	11,04	0,09		68	B3	11,92	0,06	
19	F2	10,83	0,39	57 473	69	K0	11,75		
20	A	12,08	0,02		70	B1 V	9,56	0,15	57 492
21	B8	11,17	0,17		71	A0	11,47	0,23	
22	A0	11,20	0,27		72	B2	10,63	0,23	57 493
23	K2	10,46		57 474	73	A	12,16	0,23	
24	A0	12,11	0,35		74	G8	11,53		
25	A0	10,05	0,05	57 475	75	G2	11,64		
26	A8:	12,12	0,20		76	G2	11,44		
27	G0:	12,12			77	B2	11,51	0,10	
28	K0	11,15		56 419	78	F5:	10,60		57 497
29	A5:	12,08	0,16		79	O5	9,16	0,21	57 498
30	G0	11,56			80	F8	9,8		57 499
31	B5	11,55	—0,02		81	B9	11,50	0,20	
32	A0	12,35			82	K0	11,70		
33	G0	11,97			83	A2	8,59	0,08	
34	B8:	12,21	0,18		84	A2	8,65	0,08	57 501
35	A2	12,06			85	G5	11,78		
36	K	12,0			86	A0	11,34	0,17	
37	K5	11,77			87	A8	8,79	0,22	57 502
38	A0	9,69	0,00	57 477	88	A2:	12,10	0,06	
39	G0:	12,10			89	A2	9,76	0,27	57 503
40	B9	12,08	0,20		90	A0	11,64	0,12	
41	A5	11,67	0,12		91	G0	12,49		
42	F0	11,79	0,21		92	B5	11,07	0,27	
43	B8:	11,85	0,12		93	B2	11,78	0,06	
44	G0:	12,13			94	A5	11,76	0,35	56 435
45	B1	8,00	—0,04	56 424	95	K5	11,70		
46	B3	11,89	0,03		96	B3	11,92	0,33	
47	G0	11,88			97	G8	11,72		
48	A0	11,40	0,14		98	A5	10,76	0,44	
49	A	11,79	0,30		99	A0	11,43	0,20	57 505
50	F0	11,02	0,31		100	F	11,95	0,40	

Зона +57°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
101	B3	12,32	0,16		151	B8	11,40	0,26	
102	B5	11,93	0,30		152	A0	11,12	0,15	
103	A0	11,58	0,26		153	B8	12,06	0,20	
104	M0	11,53			154	G0	11,78		
105	F5	10,94			155	G8	11,67		
106	B3	11,07	0,16	57°507	156	A0	11,49	0,20	
107	A2	11,94	0,29		157	K2	10,36		56°458
108	A1	10,42	0,35	57 508	158	B8	10,98	0,29	
109	K2	11,60			159	G8	11,80		
110	B0	11,27	0,29		160	B3	11,61	0,26	
111	A0	11,26	0,18		161*	G8	9,86		56 461
112	B5 Ia	6,66	0,33	56 438	162	G0	11,95		
113	B8	11,39	0,20		163	M2	11,02		57 524
114	G0	11,82			164	B2	11,91	0,70	
115	M0	10,66		56 441	165	A2	11,50	0,38	
116	B2	12,24			166	B0,5 III	8,59	0,32	57 525
117	G0	11,57			167	B2	12,22	0,30	
118	B2	10,47	0,10	56 442	168	B1	10,31	0,25	56 464
119	B3	11,31	0,24		169	B2	11,06	0,12	
120	B2	11,04	0,29	57 510	170	B3	11,64	0,30	
121	G2	11,83			171	B1 V	9,38	0,33	57 527
122	A0	8,76	—0,06	56 443	172	F2	10,23		56 466
123	B3	10,58	0,26		173	B1:	11,34	0,32	
124	B1 V	9,28	0,25	57 512	174	G2	11,14		
125	F0	10,58			175	B2	10,52	0,29	56 467
126	B2	11,69	0,13		176	G2	11,78		
127	B2	10,77	0,13		177	B3	11,19	0,28	
128	A0	9,09	0,06	56 445	178	F5	9,07		57 529
129	B1 III	9,79	0,29	57 513	179	B2	11,61	0,38	
130	B2	11,88	0,17		180	B1	11,68	0,24	
131	B1:pe	10,06	0,37	57 515	181	B3	11,67	0,23	
132	G2	11,01			182	G5	10,63		56 474
133	A0	11,83	0,16		183	G2	11,49		
134	B8	11,79	0,16		184		11,58		
135	G2	10,44		56 448	185	K2	10,83	1,44	57 532
136	G2	11,23			186	B3	11,65	0,37	
137	F0	11,57			187	A0	8,19	0,06	56 480
138	G0	10,82		56 450	188	gA5	(7,5)		57 533
139	G0	10,47		57 518	189	K0	10,82		
140	A0	11,92	0,16		190	B3	10,08	0,42	56 483
141	A0	10,56	0,02	56 451	191	gG8	(7,1)		
142	B5	11,66	0,26		192	A0	11,99	0,42	57 535
143	B8	9,50	0,15	56 452	193	A0	11,91	0,31	
144	B5	11,81	0,36		194	B3	10,87	0,51	
145	B3	10,42		56 454	195*	gG8	(7,1)		56 486
146	B2	10,24	0,08	56 453	196	F8	11,83		
147	B3	11,54	0,22		197	G0	8,96		57 536
148	A0	11,18	0,21		198	A2	9,76	0,23	56 487
149	B3	11,70	0,24		199	B2	10,28	0,34	56 488
150	K2	9,51		57 521	200	B3	11,50	0,32	

№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD	№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD
201	B2	10,72	0,37	56°496	251	B5	10,40	0,40	56°603
202	A0	10,34	0,25	56 499	252	B1	9,6		
203	A0	12,34	0,30		253	G8	10,22		57 556
204	B2	10,79	0,43	56 506	254	A0	10,09	0,30	57 555
205	G0	11,88			255	G2	11,76		
206	A0	12,13	0,33		256	A0	9,61	0,38	57 559
207	B2	10,12:	0,27:		257	G5	11,09		
208	A5	9,42	0,26	57 541	258	B0	9,81	0,61	56 606
209	B1	9,99	0,48	56 536	259	A0	11,18	0,29	
210	K2	10,45		56 539	260	B2	11,59	0,50	
211	B9	8,51	0,26	56 543	261	B8	10,33	0,25	57 563
212	K0	11,54			262	B2	11,33	0,34	
213	A0	10,57	0,31	56 544	263	B3	11,78	0,28	
214	A0	10,99	0,22		264	B3	11,51	0,28	
215	G0	9,68		57 542	265	B0	11,68	0,50	
216	A2	9,08	0,19	57 545	266 *	A5	7,89	0,16	57 566
217	A0	9,56	0,20	57 544	267	B5:	11,87	0,26	
218	cB0	10,04	0,55	56 548	268	B3	10,35	0,27	56 617
219	B1 V	10,15	0,33	56 549	269	B5	8,52	0,37	56 616
220	G8	11,28			270	A0	11,78	0,29	
221	A5	9,99	0,33		271	B1	10,30	0,21	56 618
222	B3	11,71	0,42		272	B1	10,96	0,71	56 619
223	B3	11,84	0,46		273	B8 Ib	7,82	0,44	56 621
224	B2	10,33	0,26	56 559	274	B8	9,87	0,21	
225	A0	11,77	0,14		275	B9	10,02	0,23	57 567
226	M2 Ib	10,13	2,30	57 550	276	B2	11,56	0,42	
227	B1 V:pe	9,50	0,51	56 565	277	B2	11,76	0,52	
228	G0	11,11			278	B2 Ia	7,89	0,72	57 568
229	F8	11,85	0,40		279	B2 IV	10,92	0,43	
230	B8	10,49	0,31	56 579	280	B2	11,11	0,32	
231	B9	11,35	0,45		281	B9	11,40	0,25	
232	A0	10,82	0,23		282	B3	10,35	0,22	56 625
233	B3 V:n	9,82	0,40	57 551	283	F0	11,21	0,45	
234	B3	11,51	0,35		284	G0	10,20		57 569
235	A0	12,10	0,35		285	K0	10,05		57 570
236	B1 III	9,87	0,41	56 589	286	G2	11,19		
237	A5	11,72	0,23		287	A0	10,62	0,24	57 571
238	G0	11,85			288	F2	11,77	0,48	
239	B2	10,05	0,32	56 594	289	G2	11,84		
240	A0	11,60	0,34		290	B5	8,30	0,34	56 630
241	cB0	10,44	0,52		291	B9	11,39	0,32	
242	B1 V	10,97	0,41	298	292	G0	11,52		
243	gK2	8,85		57 553	293	F0	9,38		56 631
244	B3	11,44	0,43		294	A0	11,34	0,18	
245	B0	10,62	0,47		295	B8	11,55	0,30	
246	B3:	11,86	0,36		296	G	12,07		
247	B1	10,95	0,54		297	G0	10,60		
248	B8	8,67	0,10	57 554	298	B3	11,96	0,38	
249	B1	10,66	0,41	56 601	299	A2	11,61	0,66	
250	G5	11,20			300	B3	11,55	0,56	

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
301	K0	12,07			351	K2	11,47		
302	A0	10,25	0,18		352	G0	8,89	0,41	
303	B2	11,45	0,52		353	B8 Iab	9,27	0,92	57°584
304	B3	9,62	0,71	57°572	354	B2	11,66	0,48	
305	A2	10,70	0,50	57 574	355	G2	12,25		
306	K0	11,87			356	B:	11,79	0,51	
307	A8	10,61	0,35		357	G0	11,49		
308	F2	11,06			358	A1	9,05	0,25	56 654
309	gK2	10,92		57 575	359	A5	10,80		
310	A3 Iab	7,98	0,77	57 576	360	B2	11,08		
311 *	B1 IV	8,93	0,42	56 635	361 *	G8	11,46		
312	B3:	12,26	0,62		362	B1,5 Ib	8,67	0,65	56 656
313	B3	12,39	0,39		363	F0	11,10	0,36	
314	gK2	10,11			364	B3	11,83	0,64	
315	B1 V	10,58	0,49	57 579	365	G0	12,01	0,44	56 658
316	B8	9,88	0,24	56 638	366	B2	12,06	0,61	
317	F5	12,27			367	G2	10,76		57 588
318	B3	11,30	0,48		368	F0	12,07		
319	F5	11,72			369	K5	11,03		
320	A2	11,93	0,41		370	A0	12,08	0,25	
321	G8	11,89			371	B3	11,94	0,57	
322	F2	12,56			372	B2	11,84	0,53	
323	B3	12,06	0,62		373	A0	11,81	0,20	
324	F5	11,79			374	A2	10,79	0,28	57 590
325	A2	11,63	0,42		375	A5	11,00	0,40	
326	B2	12,09	0,47		376	B2	11,38	0,50	
327	B2	10,06	0,53		377	B1 IV	10,05	0,50	56 660
328	B2	11,49	0,41	56 640	378	B1 III	10,53	0,61	57 593
329	G2	12,11			379	F0	12,16	0,34	
330	gK2	7,90		57 580	380	B8	11,50	0,36	
331	F2	11,50			381	G0	11,36		
332	G0	10,91			382	A0	8,90	0,06	57 595
333	G2	11,90			383	B8	8,03	—0,03	57 594
334	G2	11,37			384	A8	10,79	0,35	56 661
335	G0	12,02			385	F5	12,16	0,43	
336	B1	10,72	0,77		386	F8	11,39		
337	B2:	12,12	0,39		387	A2	9,91	0,41	57 596
338	A1	10,15	0,28	57 581	388	F8	11,13		56 664
339 *	B6 Ia	7,77	0,79	57 582	389	B9	8,40	0,04	57 599
340	gK2	8,36		56 644	390	K2	11,40		57 597
341	B2	11,12	0,42		391	A0	9,96	0,20	57 598
342	K5	11,88			392	F8	12,32		
343	B3	11,60	0,58		393	B9	9,07	0,12	57 600
344	G2	12,19			394	G5	12,04		
345	F8	11,92			395	B2	12,02	0,43	
346	B3	11,83	0,38		396	K0	10,86		56 666
347	B1 II:	8,90	0,57	56 648	397	F2	12,25	0,34	
348	K0	10,49		56 650	398	A0	11,52	0,30	
349	B3:	12,09	0,49		399	G0:	12,19		
350	B1	11,09	0,57		400	A5	11,74	0,39	

№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD	№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD
401	B8	11,00	0,50	56°668	451	A0	9,31	0,20	57°613
402	A0	11,65	0,21		452	G2	11,01		56 688
403	K0	11,53			453	gK0	9,51		56 689
404	F5	11,54			454	G2	11,51		
405	K0	12,09			455	B9	8,99	0,15	56 690
406	B1	12,00	0,53		456	B9	11,47	0,47	
407	B1	10,33	0,55	57 601	457	B8	12,20	0,67	
408	B2	11,41	0,42		458	B2	11,07	0,53	57 614
409	K2	11,92			459	B1	11,97	0,40	
410	F0	12,27	0,33		460	F0:	11,98		
411	F5	12,03			461	B3:	12,03	0,63	
412	B8	12,36	0,34		462	B8	12,21	0,27	
413	gK2	10,67		56 672	463	K0	11,79		56 692
414	B8	11,85	0,44		464	A8	11,64		
415	A5	11,31	0,53		465	G2	8,79		57 616
416	B8	11,62	0,38		466	A0	10,50	0,29	57 618
417	G2	11,20			467	A8	11,81	0,40	
418	A0	12,01	0,25		468	G0	12,23		
419	B2 II:	8.82	0,56	57 602	469	K0	12,05		
420	F8	10,94	0,53	56 678	470	B2 Ib	9,59	0,74	57 620
421	A0	9,64	0,25	56 677	471	A8	12,14	0,29	
422	F8	10,63		57 603	472	F2	11,26		56 699
423	B1:V:	9,69	0,44	56 676	473	K2	11,52		57 621
424	A0	12,09	0,34		474	gG8	9,26		57 623
425	A0	11,32	0,36		475	B2	11,38	0,62	
426	F5	10,57	0,47	56 679	476	B0	10,98	0,87	56 707
427	K0	12,00			477	B0	11,19	0,69	57 625
428	A0	12,28	0,25		478	B1 Ib	10,60	0,65	57 626
429	A5	10,60	0,45	56 681	479	A5	12,45	0,70	
430	B1:	12,4			480	B3	11,30	0,54	
431	K0	9,03		57 606	481	M2	11,87		
432	B2:	12,20	0,42		482	F2	11,78	0,39	
433	B8	11,41	0,39		483*	G8	9,62		57 630
434	G8	12,25			484	A0	11,83	0,43	
435	A5	10,68	0,30	57 607	485	B5	10,15	0,34	56 709
436	B5	12,01	0,48		486	G2	11,24		
437	A0	11,41	0,23		487	F0	10,36	0,34	57 631
438	A0	12,29	0,24		488	B5	11,57	0,52	
439	B8	12,24	0,28		489	B3:	12,40	0,52	
440	gK0	8,15		56 683	490	G0:	12,01		
441	G0:	12,22			491	B3	11,49	0,74	
442	B3	12,17	0,44		492	B3:	12,57	0,66	
443	A0	10,56	0,26	57 609	493	B3	11,86	0,57	
444	B5	12,35	0,35		494	B9 Ia	8,32	0,82	57 632
445	F2	11,22	0,39	56 684	495	B5	10,82	0,48	56 713
446	A0	9,59	0,24	56 685	496	A0	11,75	0,43	
447	B9	8,89	0,09	57 610	497	B1	11,06	0,56	
448	F8	12,24			498	B8 Ia	8,96	0,84	57 634
449	K2	11,70		57 611	499	B3	11,2		57 635s
450	B3	12,39	0,44		500	F2	11,90	0,43	

Зона +57°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
501	F5	11,58			551	F5	11,60		
502	K5	9,8		57°636	552	G8	9,78		57°661
503	A0	10,34	0,38	57 637	553	M5	10,0		57 662
504	A0	8,95	0,18	57 638	554	A5	10,17	0,48	57 663
505	B2	12,17	0,68		555	A0	10,48	0,27	56 745
506	B5	12,37	0,42		556	gK0	9,07		57 665
507	G0	8,58		57 640	557	B0	12,01	1,03	
508	A0	12,09	0,34		558	A0	12,38	0,30	
509	cB0	10,77	1,66	57 641	559	K0	11,01		
510	K0	11,06		56 716	560	G0:	12,0		
511	F2	12,02	0,44		561	B9	11,37	0,57	56 748
512	F2	11,35	0,48	57 642	562	cB0	11,94	0,98	
513	G0	8,81		57 643	563	B3	12,6		
514	G5	11,85		56 720	564	B2 III	11,06	0,81	370
515	G5	11,86			565	G8	10,51		56 749
516	F2	12,24	0,41		566	B5	11,63	0,60	
517	A0	11,17	0,40	57 645	567	F2	11,63	0,64	
518	cB0	12,45	1,21		568	G0	11,50		56 750
519	A0	12,53	0,64		569	G5	11,35		
520	A0	11,54	0,37		570	B1 II—III	10,84	0,80	371
521	G0	11,58			571	K0	12,2		
522	B3	12,05	0,66		572	G8	10,2		57 668
523	M	11,90		57 647	573	B9	8,88	0,17	57 669
524	F8	12,31			574	A0	11,41	0,48	
525	G0	12,06			575	K2	11,34		56 752
526	A2	12,17	0,46		576	F5:	10,88		57 670
527	B9	11,78	0,37	57 648	577	F0:	11,42		
528	B8	11,56	0,58	57 649	578	B0	12,13	0,97	371
529	B2	12,40	0,73		579	G0	12,24		
530	A0	12,49	0,47		580	K0	8,8		57 672
531	A0	11,84	0,40		581	K0	9,85		57 673
532	A0	11,39	0,34	57 653	582	B2	11,93	0,90	
533	B8	11,29	0,68	56 729	583	B9	10,61	0,56	56 757
534	F5	11,58	0,54	56 730	584	B5	12,20	0,90	
535	A0	8,38	0,15	56 732	585	B5	12,13	0,82	
536	cB0	11,05	1,04	56 733	586	A0	9,79		57 676
537	B8	12,62	0,44		587	M	11,6		
538	A0	11,34	0,56		588	G2	11,81		
539	F8	11,68		56 734	589	B2:	11,52	0,94	
540	B5	11,88	0,46		590	A0	11,53	0,64	
541	B9	11,15	0,50	57 656	591	B8	12,5		
542	G0	9,76		56 736	592	F0	9,86		56 761
543	B1	12,06	0,70		593	A5	11,58	0,66	
544	A0	11,80	0,48	56 737	594	K2	11,01		57 679
545	G8	10,66			595	A0	9,80	0,42	57 680
546	O:9,5 Ib	10,96	1,00	56 739	596	B0	12,04	1,06	
547	cB0	11,81	0,95	56 743	597	B2	12,29	0,94	
548	G0	12,28	0,60		598	B2	12,52:	0,94:	
549	K2	11,73			599	B0,5:V:pe	9,02	0,75	57 681
550	K0	10,4		57 659	600	B8	10,80	0,59	56 764

Зона +57°

№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD	№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD
601	A2	12,42	0,25		604	A0	12,39	0,42	
602	F8	12,18			605	A0	11,86	0,48	
603	A0	11,36	0,49						

Зона +58°

№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD	№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD
1	G2	11,67			41	A0	10,7		57°478
2	B9	8,96	0,10	58°359	42	A8	11,58	0,33	
3	A0	10,24	0,05	57 467	43	B5	11,98	0,36	
4	B3	12,19	0,25		44	G2	11,78		
5	F5	11,78			45	K	11,92		
6	K0	11,09			46	B5	11,83	0,28	
7	A0	11,07			47	F0	11,85	0,30	
8	A2:	11,76			48	K2	11,75		
9	G0:	11,97			49	B2	10,13		57 483
10	F5	11,45			50	G0	11,97		
11	B8	10,30	0,20		51	M2	10,57		58 373
12	B1:V:ne	9,73	0,40	57 469	52	F0	11,85		
13	A0	11,74	0,20		53	A0	11,16	0,20	
14	B5:	11,70	0,28		54	G5	9,43		58 375
15	B5:	11,85	0,20		55	G0	11,68		58 374
16	B2	11,26	0,17		56	K0	11,71		
17	B2	11,43	0,25		57	B3	10,88	0,19	57 486
18	F5	12,04			58	A0	11,40	0,21	
19	K0	11,04		57 472	59	B2	11,63	0,10	
20	B5	11,50	0,23		60	B2	11,80	0,24	
21	B8	10,92	0,10		61	G5	9,17		57 487
22	K0	10,87		58 363	62*	G2	10,15		57 489
23	F0	10,93	0,38		63	gK0	9,56		57 490
24	B8	10,04	0,14	58 364	64	A2	11,35	0,47	
25	B9	11,11	0,32		65	A0	10,51	0,22	57 491
26	B1	10,36	0,42	58 365	66	A8	11,50	0,25	
27	B3	11,95	0,15		67	B5:	12,36	0,16	
28	G8	11,40			68	B5	11,91	0,30	
29	B5	9,15	0,04	57 476	69	B3	12,04	0,19	
30	B8	9,87	0,16	58 366	70	A	10,97	0,25	
31	K5	11,34		58 367	71	B3	7,98	0,15	58 379
32	A0	11,70	0,15		72	B8	11,87	0,12	
33	B2	11,38	0,29		73	A1 Ia	6,25	0,60	57 494
34	K2	11,17		58 369	74	A2:	12,49	0,09:	
35	A0	11,29	0,15		75	B8	9,65:	0,12:	57 495
36	B5	12,17	0,33		76	A0	10,10	0,19	58 380
37	A0	11,67	0,29		77	G8	11,72		
38	K2	10,85		58 370	78	B2	12,40	0,21	
39	K0	11,34		58 371	79	M0	11,66		
40	A0	12,10	0,13		80	G2	11,83		

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C.	BD
81	G2	11,26		57°496	131	B2	11,28	0,17	
82	G2	12,08			132	A	11,89	0,19	
83	B0	9,10	0,28	58 383	133	K2	11,18		57°514
84	B5	10,47	0,24	57 500	134	K	11,57		
85	B3	11,97	0,26		135	B3	11,86	0,13	
86	B2	9,93	0,36	58 385	136	G8	11,50		
87	A2	10,37	0,26	58 386	137	gA5	8,18	0,22	58 397
88	A0	11,80	0,09		138	A2	10,84	0,27	
89	B5	11,55	0,20:		139	B2	9,85	0,30	57 517
90	G8	10,87			140	F2	11,54	0,43	
91	A2	10,5		58 387	141	gK0	8,6		58 399
92	G5	10,62			142	G5	11,53		
93	B8	8,27	0,09	58 388	143	F0	11,53	0,35	
94	M2	9,83		58 389	144	A8	11,33	0,33	
95	B5:	12,12	0,29		145	B1 II	10,01	0,39	57 520
96	A5	11,25	0,32		146	G2	11,83		
97	A0	10,76	0,21	57 504	147	A3 Iab	7,02	0,61	57 519
98	B	11,68:	0,16:		148	B3 Ib—II	10,05	0,65	58 400
99	F0:	11,90			149	gA5	8,82	0,25	58 402
100	A0	10,22	0,09		150	B2	10,80	0,40	
101	G	11,32			151	A0	10,91	0,39	
102	B3	12,13	0,32		152	F8	11,56		
103	A0	10,70	0,18		153	B9	11,62	0,14	
104	B8	11,86	0,15		154	A0	10,51	0,37	
105	F0	11,97	0,41		155	K2	11,22		
106	B3	12,01	0,26		156	A0	10,82	0,35	58 406
107	K0	10,52		57 506	157	A0	10,51	0,34	58 407
108	B3:	12,14	0,10:		158	A0	11,79	0,33	
109	B5	11,86	0,35		159	A0	11,14	0,43	
110	G8	11,93			160	G2	11,85		
111	M0	11,25		58 390	161	K0	10,09		58 411
112	F2	12,1			162	A0	11,22	0,33	
113	G2	11,87			163	A0	10,93	0,29	
114	K2	11,85			164	F5	9,64		57 523
115	G8	11,76			165	B9	9,61	0,32	58 413
116	A2	12,18	0,48		166	K2	11,42		
117	A8	11,10	0,38		167	A0	10,26	0,48	58 415
118	K0	11,44			168	A2	10,88	0,32	
119	A0	11,56	0,16		169	A0	9,99	0,46	58 420
120	F0	10,05		57 509	170	K0	11,70		
121	B8	11,49	0,25		171	A0 Iab	8,33	0,75	57 526
122	A5	11,13	0,47		172	F	12,22		
123	A8	11,84	0,25		173	F0	11,36	0,47	
124	A0	11,75	0,18		174	F2	11,61	0,40	
125	A0	12,04	0,11		175	gA0	8,72	0,16	57 528
126	A1	9,89	0,30	57 511	176	B3	11,58	0,37	
127	M0	10,42		58 392	177	B9	11,90	0,33	
128	G0	11,99			178	A5	11,35	0,59	
129	B5:	11,77	0,29		179	K0	11,10		
130	A0	11,74	0,23		180	A0	11,57	0,38	

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
181	A5:	11,72	0,48		231	A8	11,85	0,36	
182	A5	12,11	0,34		232	A2	10,30	0,20	
183	B0,5 V	10,77	0,55	252	233	K2	10,32		
184	G8	10,42		57 530	234	A0	11,80	0,20	
185	M0	11,41			235	B3	12,20	0,30	
186	F5	8,43		57 531	236	G0	11,85		
187	A5	11,37	0,49		237	F2	9,64	0,40	57°546
188	Bpe	10,99	0,84	261	238	A0	9,86	0,15	
189	A8	10,84	0,66	58 430	239	G0:	12,07		
190	A5	11,35	0,30		240	B2:	11,78		
191	B2	12,00	0,48		241	A0	11,02	0,35	
192	A5	11,44	0,42		242	F2	10,17		57 547
193	A1	10,10	0,27	58 434	243	B6	10,38	0,38	57 548
194	B8	9,64	0,21	57 534	244	F0	11,75	0,29	
195	G0	11,41			245	A2	10,85	0,31	
196	B2	11,55	0,46		246	gG8	9,15		58 452
197	A0	10,54	0,33		247	K0	9,24		57 549
198	B8	11,41	0,37		248	A8	11,77	0,36	
199	B5	9,50	0,32	57 537	249	B3	11,95	0,36	
200	B3	11,37	0,47		250	B3:	10,73	0,44	58 454
201	A0	11,37	0,25		251	B9	11,80	0,20	
202	K2	11,79			252	K5	8,94		58 456
203	A0	11,56	0,20		253	A5	12,33	0,28	
204	F8	9,35		58 438	254	A1	11,30	0,26	
205	F5	11,00			255	A2	10,81	0,26	
206	A2	11,07	0,38		256 *	M3 eIa	11,92	2,66	57 552
207	A8	10,93	0,41		257	A8	11,35	0,33	
208	A5	11,26	0,37		258	G5	11,22		
209	B3	12,08	0,38		259	A0	8,83	0,13	58 457
210	A5	11,75	0,38		260	B5	10,66	0,25	
211 *	M	10,71	2,33	58 439	261	B5	11,95	0,44	
212	F8	11,88			262	B1 pe	10,34	0,54	58 458
213	F0	10,78	0,40	57 538	263	B3	11,82	0,38	
214	A0	11,03	0,32	57 539	264	A0	10,83	0,22	
215	K5	11,22			265	F8	11,83		
216	A0	12,25	0,45		266	A8	11,88	0,42	
217	M0	11,1		57 540	267	B5	11,24	0,45	
218	B3	11,00	0,28		268	B0 IV:nn	9,87	0,43	301
219	B3	11,34	0,36		269	G	12,01		
220	B3	11,72	0,26		270	F8	12,18	0,41	
221	A0	9,97	0,24	58 443	271	B8	11,11	0,35	
222	A2	11,83	0,20		272	K5	11,28		57 557
223	F0	11,57	0,44		273	F0	11,37		
224	K0:	12,01			274	B9	9,31	0,24	58 460
225	B2	11,85	0,36		275	A8	10,47	0,38	
226	A0	10,91	0,26		276	B0,5 III	10,44	0,55	57 558
227	A2	10,77	0,32		277	B2	10,76	0,48	
228	F2	11,98			278	G0	12,09		
229	M0	11,78		57 543	279	A5	10,83	0,32	
230	B3	10,95	0,36		280	A0	10,98	0,27	

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
281	K5:	11,84		57°560	331	B8	12,17	0,36	
282	A2	10,83	0,20	57 561	332	A0	12,14	0,18	
283	F8	11,10		57 562	333	A0	12,31	0,20	
284	F2	11,28			334	A2	11,11	0,29	
285	A0	10,6		57 565	335	A2	11,47	0,28	
286	B2	10,76	0,41		336	A5	12,01	0,52	
287	A2	12,22	0,24		337	B8	10,83	0,35	
288	F8	11,39			338	B1	11,66	0,66	
289	B1	11,57	0,52		339	F8	12,15		
290	K0	11,97			340	K2	11,93		
291	B1	11,64	0,51		341	G2	10,84		
292	B2	11,62	0,33		342	B1 III	10,34	0,48	
293	B8	12,25	0,26		343	B8	11,94	0,36	
294	F5	12,02			344	A0	10,25	0,26	
295	A2	10,62	0,27		345	G0	9,50		57°573
296	A5	11,68	0,30		346	F0	9,79		
297	A8	11,54	0,44		347	A2	10,54	0,22	58 477
298	A2	11,30	0,25		348	B9	8,87	0,16	57 577
299	F5	11,80			349	B5	12,38	0,25	
300	A0	11,48	0,30		350	G5	11,58		
301	A1	11,22	0,31		351	A2	11,56	0,48	
302	A2	12,08	0,35		552	A0	11,38	0,40	
303	F5	11,98			553	B2	12,02	0,48	
304	06 f	8,44	0,46	58 467	354	A8	10,50	0,42	
305	A0	8,79	0,15	58 468	355	B3	12,46	0,49	
306	B2	10,47	0,41	58 469	356	K2	11,48		
307	G0	11,95			357	G8	11,69		
308	G2	11,41			358	F5	11,61	0,42	
309	G0	12,14			359	B5	12,13	0,30	
310	G0	12,02			360	K2	10,91		
311	F8	7,7		58 471	361	A0	9,25	0,18	58 479
312	B5	11,56	0,36		362	A5	11,68	0,50	
313	F0	8,52		58 472	363	K5	11,74		
314	B2	12,17	0,23		364	B1	10,79	0,39	
315	A5	11,73	0,37		365	B2	11,35	0,70	
316	B2	10,77	0,38		366	B2	12,22	0,44	
317	G0	10,79			367	G2	10,51		58 482
318	K0	11,35			368	B2	12,08	0,45	
319	B5	12,06	0,34		369	G2	12,17		
320	B8	11,85	0,49		370	A2	12,16	0,30	
321	G2	10,25		58 473	371	B3	12,42	0,58	
322	A2	10,63	0,30		372	G0	12,18		
323	G0	10,32			373	B8	12,27	0,34	
324	K0	12,05			374	A0	11,85	0,15	
325	B2	12,31	0,53		375	K0	9,01		57 583
326	B2	11,85	0,33		376	F8	11,23		
327	A5	11,6			377	F5	11,93		
328	K2	11,91			378	A2	7,72	0,15	57 585
329	K2	11,79			379	A2	11,22	0,42	
330	A0	11,53	0,23		380	M	11,97		

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№°	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
381	A0	12,50	0,30		431	A0	12,50	0,37	
382	B1 II	10,72	0,61	57°586	432	K2	10,22		57°608
383	K0	11,92			433	G5	11,92		
384	A2	11,47	0,44		434	F2	12,36	0,39	
385	G8	12,15			435	gK2	10,53		58 503
386	K2	8,31		58 485	436	B1	12,55	0,31	
387	F0	8,66	0,32	58 486	437	G2	11,78		
388	A0	12,75	0,54		438	G0	11,49		
389	A2	11,86			439	K0	11,52		
390	B0 III	9,23	0,49	57 589	440	B8	12,01	0,57	
391	F8	11,77			441	B2	11,11	0,48	57 612
392	G0	12,13			442	G0	(7,4)		58 504
393	G0	12,38			443	B9	12,25	0,39	
394	B2	12,35	0,44		444	A2	11,56	0,56	
395	B5	10,92	0,47		445	F2	11,84		
396	A5	12,27	0,65		446	G5	12,43		
397	A5:	11,91	0,62		447	B2	12,31	0,18	
398	G5:	12,25			448	K0	11,17		
399	G0	8,20		57 591	449	A0	9,02	0,17	57 615
400	A5	10,56	0,32	57 592	450	G2	12,32		
401	G	12,39			451	G2	9,16		58 506
402	F2	11,90			452	B3	10,46		58 507
403	F2	11,87	0,42		453	A0	11,67	0,43	
404	B9	9,48	0,25	58 491	454	B8	11,96	0,35	
405	A8	12,16	0,43		455 *	A0	(7,2)		58 508
406	G2	12,28			456	F5	11,88	0,45	
407	G2	12,50			457	G0	11,86		
408	K0	12,24			458	G5	12,48		
409	K0	12,33			459	A8	12,28	0,50	
410	B8	11,02	0,38		460	gK0	10,59		58 509
411	cB0	12,32	1,07		461	G2	12,30		
412	F8	11,55			462	A0	9,06	0,23	57 619
413	F8	11,27			463	K0	11,60		
414	F2	11,59			464	G2	12,20		
415	K0	11,63			465	G5	12,18		
416	A2	10,59	0,42	58 496	466	K0	11,18		
417	B5	11,58	0,94	57 604	467	B0,5 Ib	9,16	0,56	57 622
418	gK2	11,04			468	G0	12,30		
419	K0	8,67		58 497	469	A5	10,57	0,41	57 624
420	B1 II:	8,77	0,65	58 498	470	G0	10,50		58 511
421	A0	11,95	0,40		471	G2	12,40		
422	K5	11,93			472	B8	11,30	0,26	
423	G8	9,89		58 499	473	B9	11,76	0,54	
424	A2	12,11	0,49		474	B9	10,14	0,17	57 626
425	G0	9,05		57 605	475	F0	9,63	0,38	57 628
426	A2	10,56	0,36	58 500	476	B2	9,20	0,64	57 629
427	K0	11,41			477	B5	12,00	0,45	
428	A0	9,28	0,26	58 502	478	G0	11,94		
429	G8	11,98			479	B3	12,55:	0,48:	
430	G2:	12,39			480	B8	11,11	0,48	

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
481	F2	11,43			531	B9	12,02	0,45	
482	G2	12,15			532	B3	12,38	0,42	
483	F5	10,26		58°514	533	B8	12,13	0,25	
484	F0	11,93			534	F0	11,85	0,60	
485	K2	12,02			535	B5	12,37	0,33	
486	A0	12,04	0,43		536	K0	10,43		57°650
487	F2	11,75	0,44		537	A0	(6,3)		57 651
488	G0	12,29			538	A0	10,12	0,23	57 652
489	G0	10,51		58 516	539	A0	11,86	0,41	
490	B5	12,14	0,57		540	B8	12,29	0,62	
491	G8	12,18			541	B2	10,86	0,57	
492	A0	10,77	0,27	57 633	542	B2	12,42	0,46	
493	F2	11,84			543	B9	11,63	0,65	
494	A0	12,43	0,30		544	B9	11,01	0,32	57 654
495	G8	12,34			545	K2	11,61		
496	B5	12,38	0,38		546	B8	8,17	0,26	58 525
497	B3	11,42	0,52		547	B2	10,67	0,50	57 655
498	G2	11,63			548	B8	9,81	0,42	58 526
499	A0	9,62	0,28	58 519	549	B3	11,82		
500	K2	11,93			550	M0	11,53		
501	A0	12,32	0,27		551	F5	12,00		
502	B1	10,87	0,39		552	G8	11,32		
503	G0	12,35			553	G5	12,01		
504	gG8	8,44		58 521	554	B9	11,42	0,45	
505	B8	10,79	0,30		555	F0	11,11	0,50	57 657
506	A1	10,29	0,45		556	A0	12,28	0,68	
507	B3	12,10	0,86		557	B5	11,03	0,52	
508	B8	12,14	0,44		558	G2	11,91		
509	B8	12,39	0,60		559	B5	10,32	0,49	57 658
510	A2	12,10	0,48		560	gK0	9,81		58 528
511	F5	10,79			561	G0	11,58		
512	A2	11,02	0,37		562	G2	12,5		
513	G2	10,10		57 639	563	A0	12,24	0,48	
514	B8	11,93	0,46		564	F0:	11,74	0,68	
515	F2	12,41			565	A0	10,49	0,27	57 664
516	B5	12,26	0,18		566	B8	8,56	0,33	58 532
517	B3	12,10	0,47		567	A2	11,21	0,52	
518	A0	12,07	0,45		568	B3	12,35	0,48	
519	B3	12,24	0,32		569	B0 II-III	9,64	0,58	58 534
520	A0	11,19	0,30		570	A2	9,66	0,61	58 533
521	B8	11,68	0,53		571*	G0	9,49		58 535
522	A0	10,46	0,25	57 644	572	B8	12,36	0,53	
523	B5	11,83	0,37		573	G8	9,39		57 666
524	A5	12,05	0,63		574	G0	11,40		
525	K2	11,88			575	K0	11,48		
526	G2	10,86			576	A0	12,24	0,52	
527	A0	12,12	0,48		577	A0	10,32	0,46	57 667
528	G0	11,52			578	G0	11,90		
529	A0	10,56	0,43	57 646	579	B2	11,99	0,93	
530	B5	11,85	0,61		580	B9	12,28	0,60	

Зона +58°

№°	Sp	m_{pg}	<i>C. I.</i>	BD	№	Sp	m_{pg}	<i>C. I.</i>	BD
581	A0	9,93	0,47	58°539	601	G2	11,40		
582	A2	12,56	0,81		602	A0	10,85	0,56	
583	B5	12,44	0,52		603	G5	12,20		
584	B0	12,27	0,89		604	A2	10,96	0,59	
585	G0	11,99			605*	B6	10,15	0,63	58°548p
586	F2	10,55			609	B5	8,79	0,35	57 678
587	gK0	11,37			607	G2	11,71		
588	B8	11,21	1,06	57 671	608	B9	11,96	0,55	
589	B0	11,61	0,83	58 542	609	G0	11,59		
590	G2	9,91		58 543	610	B8	12,24	0,50	
591	B5	12,26	0,71		611	B5	11,22	0,62	
592	A2	12,27	0,82		612	K0	11,42		
593	G2	10,60		57 674	613	K0	11,93		
594	A2	9,42	0,44	57 675	614	B5	12,25		
595	A2	11,52	0,61		615	B1	11,25	0,76	
596	A0	9,61	0,46	57 677	616	B1	11,95	0,91	
597*	A0	8,76	0,32	58 546s	617	A0	10,19	0,31	
598	B5	12,5			618	B8	11,72	0,49	
599	B6	12,06	0,72		619	gK2	10,85		58 552
600	B2	12,35	0,93						

Зона +59°

№	Sp	m_{pg}	<i>C. I.</i>	BD	№	Sp	m_{pg}	<i>C. I.</i>	BD
1	B9	10,47	0,08		21	B2	11,99	0,47	
2	F0	12,32			22	A	12,51	0,22	
3	F5	8,65		59°394	23	K2	11,15		59 402
4	B5:	12,49	0,34		24	K2	11,40		
5	A0	10,85	0,14		25	A0	11,49	0,16	
6	B9	10,14	0,20	59 385	26	F5:	12,24	0,35	
7	A0	8,90	0,04	58 360	27	K2	11,37		58 368
8	K2	11,46		59 396	28	K0	11,25		
9	K2	11,74			29	F8:	12,45	0,40	
10	A2	11,35	0,32		30	G0	11,93		
11	G0:	12,47			31	F2	11,48	0,58	
12	B8	11,57	0,42		32	A2	11,34	0,38	
13	B5	12,13	0,23		33	B2	11,88	0,25	
14	B8	10,91	0,26		34	A0	11,44	0,21	
15	B9	11,76	0,26		35	A2	11,19	0,34	
16	A1	10,28	0,26	58 361	36	K5	11,87		
17	F5	11,51			37	A5:	12,51	0,28	
18	A0	10,21	0,22	58 362	38	B8	10,89	0,21	58 372p
19	F5	12,39	0,38		39	B3 III	10,74	0,35	58 372s
20	B5	11,38	0,32		40	G0:	12,02		

Зона +59°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
41	G0	10,21		59°406	91	A5:	11,04	0,43	
42	B5	12,12	0,25		92	B8	9,75	0,16	
43	A2	10,38	0,52	59 405	93	B5	11,83	0,52	
44	G8	11,84			94	F2	(7,0)		59°422
45	G0:	12,62	0,42		95	A2	10,89	0,34	
46	G0	11,37			96	A2	11,10	0,46	59 423
47	B1	11,92	0,26		97	F2	12,07		
48	B3	11,59	0,27		98	A5:	11,34	0,30	
49	G0	11,58			99	K0	9,94		59 424
50	A0	9,65	0,17	59 408	100	A0	11,81	0,36	
51	F5	12,33			101	B5	11,91	0,32	
52	B8	9,97	0,43	59 409	102	B9	11,34	0,47	
53	F8	11,53			103	A	12,31	0,34	
54	F2	12,11			104	A0	10,40	0,35	59 427
55	G2	12,12			105	A0	9,64	0,17	58 391
56	B1	12,02	0,67		106	gK2	9,18		59 429
57	A5	10,96	0,44		107	A0	10,53	0,37	59 428
58	B8	11,57	0,45		108	A2	11,41	0,51	
59	G5	10,02		58 376	109	B2	11,65	0,44	
60	B2	11,46	0,30		110	F2	11,55		
61	A0	9,69	0,17	58 377	111	G2	11,87		
62	B3:	12,01	0,38		112	B8	11,96	0,50	
63	K	12,14	1,35		113	K0	11,56		
64	A0	9,81	0,16	58 378	114	G2	11,36		
65	A0	9,72	0,22	59 413	115	B8	11,74	0,45	
66	A0	11,55	0,37		116	A0	10,49	0,29	59 430
67	B9	11,72	0,28		117	A0	10,45	0,27	58 393
68	G0:	12,35			118	O9 V	12,00	0,97	233
69	F5	10,47		58 381	119	A0	10,63	0,25	59 431
70	B1	10,17	0,42	59 414	120	A0	10,95	0,41	
71	G0:	12,20			121	K0	11,07		58 394
72	A0	8,04	0,06	59 415	122	B9	9,11	0,28	58 395
73	K2	11,40			123	F0	11,84	0,34	
74	F5	12,19			124	K2	11,16		59 432
75	F2	10,71		59 416	125	B0,5 I	8,68	0,61	58 396
76	G8	11,16		58 382	126	A2	11,37	0,53	
77	B0, 5:III:	9,08	0,53	58 384	127	A2	11,06	0,35	
78	B5:	12,28	0,46		128	A0	10,12	0,26	58 398
79	B3	11,04	0,43	59 417	129	A0	10,40	0,41	59 433
80	B5:	12,29	0,53		130	F8	8,52		59 434
81	B8	12,08	0,36		131	A0	10,53	0,47	
82	F8:	12,17			132	A2	11,84		
83	B8	11,31	0,44		133	B8	10,86	0,24	
84	B5	11,59	0,23		134	A0	9,68	0,38	59 435
85	B	12,47	0,11		135	A0	9,90	0,50	58 401
86	B3	11,45	0,46		136	cB5	10,75	0,73	59 436
87	F2	11,53	0,40		137	A0	10,78	0,35	59 437
88	A0	10,29	0,23		138	F0	11,86	0,38	
89	A0	11,56	0,14		139	B8	11,50	0,42	
90	B3	10,85	1,46	59 420	140	B9	8,81	0,26	58 403

№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD	№	Sp	m_p	$C. I.$	BD
141	A0	10,84	0,51	58°404	191	A1	11,10	0,42	
142	A0	10,37	0,43	58 405	192	B1 Ib	11,23	0,64	259
143	B9	10,25	0,37	59 438	193	A5	10,69	0,44	59°455
144	A0	9,87	0,44	59 439	194	B3	11,38	0,57	
145	A0	10,13	0,42	59 442	195	B8	9,01	0,26	58 428
146	A0	10,44	0,31		196	B2	11,81	0,44	
147	A2	9,53	0,27	59 443	197	B9	8,93	0,22	58 431
148	B1	11,74	0,65		198	B9	9,66	0,27	58 433
149	A2	11,19	0,51		199	A0	10,43	0,41	58 435
150	B9	9,00	0,36	58 408	200	B0,5 V	10,43	0,55	59 456
151	F0	11,29			201	A0	9,51	0,23	58 436
152	B9	9,43	0,38	58 409	202	B9	8,72	0,26	58 437
153*	B9	9,41	0,35	58 412	203	A2	10,60	0,20	59 457
154	A0	10,11	0,26	59 445	204	B8	11,85	0,35	
155	B9	9,92	0,34	58 410	205	A2	11,18	0,39	
156	A2	11,90	0,50		206	B2	12,11	0,48	
157	A0	10,59	0,41	59 444	207	B2	11,04	0,52	
158	A0	10,38	0,50	58 414	208	B1	11,72	0,47	
159	K0	10,06			209	A2	11,27	0,40	
160	A0	10,39	0,31		210	A0	11,95	0,27	
161	A1	10,84	0,48		211	B3	11,48	0,49	
162	A2	8,60	0,19	58 417	212	B1	12,27	0,49	
163	B9	9,11	0,30	58 416	213	A2	10,98	0,39	
164	B2	11,21	0,63		214	A1	10,36	0,32	
165	A0	9,64	0,52	59 447	215	K5	10,64		59 459
166	A2	9,99	0,32	58 419	216	B3	11,91	0,41	
167	B9	8,86	0,35	58 418	217	B2	12,48	0,28	
168	B2	12,14	0,54		218	A2	11,06	0,30	
169	A1	11,22	0,48		219	B1II	10,60	0,51	59 461
170	A	11,26	0,36		220	A0	8,46	0,25	58 440
171	A1	10,42	0,45		221	B2	11,87	0,58	
172	A2	11,63	0,52		222	B9	11,19	0,36	
173	A0	9,50	0,29	59 448	223	G2	9,29		59 464
174	A0	9,96	0,26	59 449	224	B3	11,48	0,53	
175	A0	9,27	0,32	58 421	225*	gA1	(7,7)		59 466
176	B8	12,05	0,52		226*	G8:	(6,9)		59 467
177	A0	10,86	0,45		227	A1	10,65	0,44	58 441
178	A8	12,24	0,51		228	A0	8,32	0,21	58 442
179	B1II	9,99	0,69	59 451	229	F0	11,8		58 444
180	A0	10,69	0,40	58 423	230	A0	11,23	0,28	
181	A0	9,68	0,36	59 452	231	B1:	12,49		
182	K0	10,11		58 424	232	G0	12,40	0,48	
183	A0	10,01	0,43	58 425	233	A0	10,26	0,44	59 469
184	B9	10,69	0,52	58 426	234	B3	11,33	0,44	
185	A1	10,52	0,47	59 453	235	B2	10,91	0,49	
186	B3	11,54	0,58		236	M2	10,70		58 445
187	A0	11,07	0,48		237	B8	10,04	0,26	59 470
188	A0	10,52	0,42	58 427	238	B2	12,22	0,29	
189	A0	11,23	0,43		239	B2	11,69	0,60	
190	A2	10,89	0,42		240	A2	11,70	0,40	

Зона +59°

№	Sp	m_{pg}	<i>C. I.</i>	BD	№	Sp	m_{pg}	<i>C. I.</i>	BD
241	B1	8,70	0,33	58°446	291	G0	11,55		
242	B2	10,20	0,38	58 447	292	M0	10,95		59°490
243	G2	9,42		58 448	293	K0	11,94		
244	B1	11,63	0,56		294	A0	12,41	0,41	
245	gK0	8,58		58 450	295	F0	10,43	0,35	59 492
246	gK5	10,10		59 472	296	G0	12,18	0,52	
247	A5	10,71	0,35		297	A0	11,58	0,36	
248	gK2	10,09		58 449	298	F8	12,23	0,48	
249	B1 III:	10,59	0,52	58 451	299	K2	11,06		58 474
250	B1	12,30	0,57		300	G0	11,00		
251	B5:	12,22	0,26		301	B2	11,72	0,54	
252	A0	10,37	0,42	59 473	302	F5	11,79		
253	B5:	12,37	0,20		303	A8	9,66	0,38	58 475
254	B9	10,85	0,41		304	A0	11,94	0,72	
255	B8	11,70	0,42		305	A0	10,53	0,38	59 495
256	B1V	10,98	0,45	58 453	306	B8	12,15	0,56	
257	A0	12,09	0,51		307	A0	12,15	0,52	
258	O5,5	9,62	0,41	58 455	308	B0 V:	11,21	0,74	59 497
259	A0	12,39	0,35		309	A5	12,00		
260	B1	12,41	0,20		310	B1	12,26	0,78	
261	G0	11,85			311	G0	12,13		
262	B3	12,41	0,50		312	F8	11,27		
263	A2	9,09	0,36	59 474	313*	A0	9,70	0,31	58 478
264	G5	11,56			314	A5	12,09	0,56	
265	B1	12,28	0,42		315	A2	12,31	0,37	
266	B8	10,77	0,27	59 476	316	A5	11,90	0,65	
267	F2	10,59			317	F0	11,94		
268	B8	12,04	0,35		318	A0	9,65	0,18	58 481
269	B0,5 III	10,21	0,45	58 461	319	G0	11,24		58 480
270	B0	11,61	0,64		320	A5	11,62	0,55	
271	A0	9,57	0,25	58 462	321	B9	11,72	0,35	
272	G5	10,48		59 480	322	B8	11,76	0,55	
273	A1	8,77	0,25	59 482	323	G2	11,16		59 502
274	B0	12,20	0,63		324	F8	10,30		58 483
275	F0	11,87			325*	B0,5 V	12,48	1,00	322
276	B8	11,50	0,38		326	B9	10,51	0,53	59 503
277	A0	10,87	0,32	58 464	327	G2	11,25		
278	B8	(7,3)		59 484	328	G2:	12,33		
279	A2	12,02	0,38		329	B1	12,07	0,58	
280	B5	11,43	0,47		330	B0	11,92	0,76	
281	K2	11,12		58 466	331	K2	11,33		58 484
282	B3	12,29	0,37		332	B9	12,34	0,57	
283	B0 IV:	11,23	0,57	505	333*	A0	(7,4)		59 505
284	K0	12,21			334	F2	11,72		
285	A5	11,79	0,50		335	F5	12,04	0,44	
286	B8	12,18	0,50		336	G5	11,97		
287	gK0	7,83		59 486	337	G8	11,46		
288	A0	11,93	0,44		338	B1 III	10,84	0,56	59 510
289	G2	11,00			339	A5	11,66	0,46	
290*	K0	11,19		58 470	340	K0	11,79		59 511

Зона +59°

№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD	№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD
341	A0	9,40	0,35	58°487	391	G5	10,25		
342	B0,5 V	10,53	0,68	58 488	392	A8	11,82	0,58	59°534
343	A0	9,92	0,19	58 489	393	A2 Ia	8,57	0,89	59 535
344	B0	11,83	0,66		394	K2:	11,88		
345	A0	11,85	0,64		395	B:	12,35	1,06	
346	F5	11,65	0,48	59 514	396	B5	11,47	0,50	
347	B5	12,15	0,47		397	A5	11,22	0,55	
348	F5	12,10	0,46		398	F0	12,19		
349	G2	12,33			399	G2	11,28		59 536
350	A1	10,79	0,37		400	B0	11,98	0,56	
351	G5	9,48		59 515	401	B8	12,45	0,42	
352	A2	11,07	0,54		402	B8	11,98	0,50	
353	B5	11,09	0,51		403	B9	10,70	0,29	59 537
354	B8	12,33	0,48		404	F8	10,40		58 512
355	F0	12,23			405	B3:	12,27	0,42	
356	G2	11,53			406	B5	12,68	0,51	
357	B0	11,01	0,70	58 492	407	B2	10,31	0,48	58 513
358	G2	12,32			408	gK0	11,28		58 515
359*	B9	(7,6)		59 519	409	K0	11,59		
360	A0	10,74	0,33	58 493	410	B8	11,62	0,43	
361	F0	8,27		59 521	411	G5	11,45		59 540
362	B8	12,12	0,72		412	B	12,24	0,60	
363	gK0	10,12		58 494	413	B8	9,16	0,32	58 517
364	B3	11,58	0,72		414	B1 V	9,67	0,50	58 518
365	K0	11,93			415	G8	10,86		59 543
366	K2	11,60		58 495	416	B5	11,15	-0,08	58 520
367	B5	12,45	0,42		417	G2	11,76		
368	B3	10,50	0,58	59 522	418	B3	12,49	0,53	
369	B8	12,12	0,38		419	A0	10,48	0,25	
370	B2	12,43	0,45		420	A0	10,30	0,29	59 545
371	A5	12,47	0,42		421	O	10,74	0,59	59 546
372	G0	9,79		59 525	422	B3	11,80	0,55	
373	B1	11,86	0,66		423	B2	12,50	0,52	
374	gK0	10,60		59 527	424	B8	11,86	0,59	
375	G5	11,32		59 526	425	A2	12,09	0,40	
376	B0	12,39	0,78		426	A1	10,76	0,30	59 547
377	G5	11,56			427	G2	12,08		
378	A0	12,42	0,44		428	B5	12,38	0,45	
379	B8	8,96	0,49	59 530	429	B0	11,69	0,62	
380	B3	12,30	0,58		430	B8	11,14	0,45	58 522
381	A0	12,39	0,36		431	K0	9,64		58 523
382	B6	9,93	0,24	58 505	432	B8	12,32	0,60	
383	A0	11,43	0,50		433	B5	12,46	0,48	
384	G2	11,84			434	B3	12,00	0,42	
385	B2:	12,55	0,46		435	K2	12,25		
386	K5:	12,14			436	A1	10,50	0,35	59 550
387	B5	12,01	0,52		437	A0	10,99	0,42	
388	F8	10,79			438	B9	11,42	0,48	
389	B8	12,6			439	F5	10,74		59 554
390	F2	8,80		58 510	440	M2	12,16		

Зона +59°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
441	G5	11,85			491	B8	9,57	0,27	58°538
442	K2	12,23			492	G5	11,25		
443	G2	11,61			493	B2	11,86	0,65	
444	G2	12,26			494	B5	12,6		
445	A0	12,18	0,48		495	F0	11,87		
446	G2	10,52		59°557	496	B8	11,26	0,42	
447	B5	12,09	0,34		497	B8	8,97:	0,22:	59 576
448	G5	11,31			498	B8	10,12	0,26	59 577
449	G8	12,09			499	A0	(7,6)		58 540
450	F0	11,80			500	G2	11,91		
451	B3	12,14	0,47		501	B5:	12,51	0,36	
452	A2	8,97	0,22	59 560	502	A0	12,42	0,44	
453	G5	10,52		58 524	503	B9	11,87	0,56	
454	cA5:	12,09	0,92		504	B8	11,57		
455	A0	12,05	0,35		505	B2	11,20	0,66	
456	B8	12,50	0,32		506	A2	11,77	0,54	
457	B8	10,34	0,24	59 563	507	K0	11,60		
458	G:	12,08	1,30		508	K5	10,63		58 541
459	G2	12,37			509	G2	12,11		
460	K5:	12,14			510	gK2	10,15		59 544
461	B8	11,99	0,32		511	A2	10,63	0,49	59 579
462	B8	11,94	0,58		512	G2	10,16		58 545
463	F2	10,25		59 564	513	A2	11,84		
464	M0	11,42		59 566	514 *	B8	(7,8)		59 581
465	K2	12,05			515	B3	12,25	0,50	
466	B1 V	11,23	0,57	368	516 *	B8	(7,3)		59 582
467	A2	8,22	0,22	59 567	517	F5	12,19		
468	B8	11,26	0,38		518	G2	12,11		
469	A2	11,18	0,41		519	G0	12,30		
470	F5	11,18			520	B2	9,94	0,47	58 547
471	K5	11,52			521	G2	11,78		
472	gK0	11,32			522	F0	11,77		
473	B1	10,97	0,48		523	B1	11,96		
474	B3	12,20	0,56		524	G0	11,17		
475	F2	10,29		58 527	525	B9	9,21	0,11	59 584
476	G5	11,79			526	B3	12,50	0,33	
477	B2	11,82	0,44		527	K0	12,24		
478	B1	10,73	0,52	58 529	528	K0	10,40		58 549
479	B9	11,75	0,41		529	A0	11,55	0,40	
480	gK0	11,54		59 570	530	A0	12,40	0,30	
481	gK2	10,72		58 536	531	B2	12,31	0,48	
482	K2	11,28		58 537	532	F5	10,89		
483	B3	12,45	0,42		533	G0	11,90		
484	gK2	9,67		59 572	534	F5	12,01		
485	G2	11,15			535	gG8	8,87		58 551
486	B8	12,31	0,50		536	A0	12,23	0,35	
487	A0	9,64	0,20	59 574	537	B8	11,99	0,66	
488	F2	11,40			538	gK0	9,37		59 587
489	K0	10,90		59 575					
490	A0	11,78	0,45						

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
1	B8	11,88	0,38		51	F0	12,08		
2	G0	11,39			52	A0	12,25	0,42	59°419
3	G5	11,81			53	K0	10,20		60 442
4	K0	11,50		60°424	54	B9	11,64	0,51	59 421
5	G2	7,75		59 397	55	G2	11,85		
6	A0	11,47	0,16		56	B2	11,61	0,42	
7	A8	9,68	0,37	59 398	57	A0	12,12	0,46	
8	G2	11,96	0,74		58	gK0	9,28		60 443
9	G5	9,46		59 399	59	F8	11,04		59 425
10*	G2	8,63		59 400	60	F5	10,97		59 426
11	K0	10,80		60 425	61	A2	12,50	0,38	
12	G2	8,90		59 401	62	gK0	9,63		60 445
13	F2	12,11			63	G2	12,44		
14	G0	12,09			64	B5	12,45	0,48	
15	B8	12,17	0,24		65	B1 Ia	9,81	1,20	60 447
16	K0	9,47		59 403	66	B5	11,81	0,44	
17	A0	10,04	0,25	59 404	67	F8	11,96		
18	K5	11,23		60 429	68	A0	12,24	0,24	
19	G2	11,70			69	F2	12,37		
20	B8	12,29	0,48		70	A2	12,52	0,26	
21	G0	11,68			71	A2	11,65	0,18	
22	B9	8,78	0,12	60 430	72	A0	11,20	0,48	60 450
23	B8	10,21	0,29	60 431	73	A2	9,98	0,31	60 449
24	F2	9,46		60 432	74	A5	11,40	0,27	
25	B1	11,33	0,88		75	cB2	12,00	1,51	
26	B8	11,78	0,25		76	B5	12,39	0,32	
27	F0	11,43			77	G0	11,66		
28	B9	10,52	0,31	59 407	78	A0	10,34	0,26	
29	F0	11,86	0,30		79	A0	11,59	0,48	
30	F	12,27	0,32		80	B8	11,61	0,47	60 451
31	B3	10,95	0,96	60 433	81	A2	10,39	0,35	60 452
32	B9	11,77	0,61		82	A0	11,07	0,44	
33	A8	12,45	0,49		83	A0	12,03	0,20	
34	K2	10,60		59 411	84	A0	9,85	0,24	59 441
35	A1	11,02	0,70	59 410	85	B	12,42	0,45	
36	G2	12,00			86	K5	11,72		
37	G0	12,37			87	G0	11,13		59 446
38	A0	10,94	0,46	59 412	88	A5	11,85	0,52	
39	K0	11,76			89	A2	12,20	0,47	
40	K2	12,17			90	A2	12,12	0,49	
41	A5	9,35	0,48	60 437	91	B8	12,12	0,26	
42	G	12,42			92	F0	8,58		59 450
43	B5	12,40	0,55		93	F5	10,54		
44	B9	10,91	0,41	60 438	94	B8:	12,2		
45	G5	12,27			95	B9	8,51	-0,01	60 456
46	B0	11,41	0,70		96	B0	11,80	0,78	
47	B8	12,42	0,48		97	B3	12,09	0,30	
48	G0	11,56			98	B8	12,29	0,26	
49	A0	10,59	0,43	59 418	99	B2	12,39	0,50	
50	G0	12,26			100	G8	12,35		

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
101	F8	11,79			151	gK0	8,95		59°483
102	K0	11,46		59°454	152	F5	10,19		60 473
103	B5	12,44	0,33		153	F2	12,23		
104	K2	11,96			154	G5	11,46		
105	B3	12,44	0,42		155	F0	11,22		
106	B8	12,12	0,33		156	F0	9,82	0,36	59 485
107	cB0	11,93	1,03		157	B0:	12,23	0,79	
108	B3	11,33	0,37		158	F8	10,89		60 474
109	B5	12,44	0,59		159	A8	11,01	0,61	59 487
110	K2	11,56		60 458	160	K5	10,79		60 475
111	K0	11,37			161	A0	10,61	0,32	60 476
112	gK0	10,36		60 459	162	A2	10,89	0,26	60 478
113	B9	9,60	0,16	60 461	163	G2	11,68		
114	B5	11,36	0,48	59 458	164	F5	11,54		
115	K2	11,74		60 460	165	M	11,71		60 480
116	A2	11,94	0,22		166	B1	11,99	0,83	
117*	A8	8,51	0,30	59 460	167	M	12,00		59 488
118	B5:	12,18	0,17		168	B1	11,52	1,20	59 489
119	K2	11,84		59 462	169	B8	12,02	0,50	
120	B0	11,77		59 463	170	B8	11,58	0,50	
121	B3	12,16	0,35		171	A0	10,57	0,33	59 491
122	B0	11,94	0,74	59 465	172	B8	10,75	0,60	59 493
123	B3	11,47	0,67		173	B9	10,23	0,20	59 494
124	B9	11,08	0,30	59 468	174	A2	10,26	0,40	60 484
125	G0	12,18			175	B5:	9,96	0,22	60 486
126	B8	11,29	0,34		176	F2	9,66		60 485
127	G5	11,58			177	B8	11,21	0,10	
128	B0	11,71	0,45		178	B3	8,60	0,16	60 487
129	B5	11,99	0,48	59 471	179	B3	8,72	0,19	
130	B2	12,24	0,46		180	B8	10,99	0,46	59 496
131	G2	11,81			181	A1	8,49	0,05	60 490
132	B8:	12,38	0,49		182	B8	11,74:	0,18:	60 492
133	G8	11,71			183	G2	12,18		
134	A1	10,65	0,26	60 466	184	B8	9,87	0,42	60 488
135	K2	10,31		60 465	185	K0	10,84		60 491
136	A2	9,96	0,35	60 467	186	G5	11,37		
137	K0	12,01		60 468	187	B8	11,58	0,59	59 498
138	F0	11,94			188	A0	11,08	0,54	59 499
139	O8 V	10,58	0,70	60 470	189	B8	12,30	0,51	
140	F5	10,87		60 469	190	A0	11,53	0,53	
141	A0	9,08	0,10	60 471	191	G0	11,80		
142	G0:	12,14			192	K0	12,03		
143	F0	11,57			193	A0	12,40	0,20	
144	M0	11,76		59 475	194	F8	11,66		
145	B6	9,76	0,26	59 477	195	B0,5 Ia	9,23	0,79	60 493
146	B0:	12,35	0,77		196	gK2	11,25		60 494
147	G0	12,36			197	F5	8,33		60 495
148	K0	11,34		59 478	198	F0	11,16	0,59	59 500
149	K0	11,15		59 479	199	F0:	11,50	0,41	59 501
150	G0	10,70		59 481	200	A0	12,40	0,49	

Зона +60°

№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD	№	Sp	m_{pg}	$C. I.$	BD
201	G2	11,87			251	G5	11,05		
202	B0	11,92	0,62		252	B0	9,40	0,48	60°526
203	A0	12,42	0,54		253	F8	8,3		60 527
204	K0	11,83			254	G0	11,71		
205	G5	11,61			255	F2	10,86		60 528
206	B1	11,37	0,60		256	F8	12,08		
207	B5	11,98	0,31		257	B3	11,42	0,64	59 523
208	G8	12,17			258	B8	12,5		
209	A2	9,96	0,39	59°504	259	B8	12,29	0,52	
210	G0	12,21			260	G5	10,57		59 524
211	B1,5 V	10,61	0,66	60 503	261	A5	11,80	0,57	
212	A0	12,19	0,38		262	B1	11,61	0,80	
213	A0	11,25	0,22		263	F5	11,68		60 531
214	gK0	10,29		59 506	264	B1	12,44	0,32	
215	G8	11,13		59 507	265	G8:	12,13		
216	K0	11,96			266	A5	11,99	0,51	
217	gK0	9,46		59 509	267	B3	12,58	0,35	
218	G0	10,91		59 508	268	A2	10,53	0,32	60 533
219	A2	10,06	0,62	60 510	269	B3:	11,76	0,35	
220	F5	10,85	0,41	60 514	270	K2	11,48		60 534
221	G2	11,37			271	G2	10,87		60 536
222	K0	11,73		59 512	272	B1	12,26	0,48	
223	B1 Iab	8,91	0,57	59 513	273	B1	12,31	0,46	
224	B8	11,49	0,43		274	B5:	11,66	0,33	
225	B6	11,87	0,48		275	B8	11,65		60 538
226	G2	8,92		60 515	276	B5	11,14	0,36	
227	B8	10,51	0,38	60 516	277	G0	10,45		
228	B5:	12,04	1,05	60 517	278	G0	12,40		
229	B8	11,78	0,43		279	B9	11,01	0,34	
230	K0	11,62		59 517	280	B3	12,47	0,36	
231	B0	10,52	0,74	59 516	281	B8	11,92	0,36	
232	A2	9,99		60 520	282	B1	10,55	0,36	60 543
233	G5	12,02			283	B0	9,91	0,41	60 544
234	A0	11,70	0,60		284	F2:	12,15		
235	B3	11,27	0,58		285	B2	11,81	0,42	
236	B9	11,14	0,58	60 521	286 *	A2	8,82	0,11	59 529
237	A0	11,77	0,40		287	B1	10,51	0,46	60 545
238	A5	10,36	0,33	59 518	288	K	12,25		
239	B9	12,02	0,59		289	B1	12,24	0,61	
240	G8	11,60			290	G5	12,10		
241	G2	12,11			291	A0	10,26	0,30	60 546
242	B1	11,89	0,09		292	G0	11,36		
243	A2	12,52	0,66		293	B2	12,51	0,32	
244	B9	11,98	0,48		294	A0	12,6		
245	B5	11,89	0,63		295	B3	12,30	0,39	
246	F2	10,27		59 520	296	gK2	11,21		60 549
227	B1	10,39	0,65	60 523	297	F8	9,99		59 531
238	A0	11,74	0,51		298	B2	11,55	0,55	
249	B9	11,58	0,54		299	B8	12,10	0,45	
250	B2	11,14	0,50	60 525	300	K0	12,17		

Зона +60°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
301	F8	11,72		60°553	351	G2	12,46		
302	B9	9,78	0,13	60 554	352	B0	11,84	1,02	
303	B8	12,56	0,50		353	G2	12,23		
304	B2	11,14	0,66		354	F5	12,08		
305	A0	11,67	0,28		355	K2	12,24		
306	A0	11,87	0,44		356	F0	10,85		
307	G2	11,14		60 556	357	A2	12,40	0,45	
308	G2	9,65		59 533	358	F5	12,03		
309	B8	12,19	0,40		359	A8	8,82	0,21	59°548
310	B9	12,09	0,26		360	K2	12,14		60 574
311	A0	12,37	0,55		361	B0	12,32	0,61	
312	B8	9,57	0,26	60 559	362	G2	12,31		
313	B0	12,57	0,50		363	B0 V	9,78	0,33	59 549
314	A2	10,32	0,29	60 562	364	B8	12,39	0,48	
315	A2p	11,46	0,81		365	B3	12,7		
316	K2	12,13			366	B5	11,93	0,30	
317	K5	11,69			367	B2	11,43	0,55	
318	B3	12,04	0,78		368	G5	10,74		60 578
319	A0	12,44	0,39		369	O7	7,46	0,40	59 552
320	B0	12,16	0,75		370	B2	11,92	0,41	
321	B2	11,73	0,44		371	G5	10,39		60 579
322	F0	11,86			372	O8 V	8,59	0,32	59 553
323	F0	12,04			373	B2	12,55	0,36	
324	A2	12,48	0,42		374	B0	12,47	0,43	
325	B5	12,53	0,41		375	B8	12,37	0,28	
326	G0	12,06			376	A0	12,32	0,30	
327	G2	11,02		60 565	377	B1	12,74	0,48	
328	G8	12,34			378	K0	9,38		60 581
329	G5	11,97			379	B0	12,29	0,42	
330	F0	9,69		59 539	380	B3	12,40	0,35	
331	A5	(6,8)		59 541	381	B3	11,90	0,36	
332	B8	12,60	0,59		382	B1, B0	10,5, 9,8		59 555
333	G5	12,51			383	B5	10,48	0,33	59 556
334	K5	11,57		60 566	384	B8:	11,98	0,34	
335	A5	11,44	0,48		385	B5	11,93	0,36	
336	G5	11,99			386	G8	12,20		
337	A0	12,26	0,42		387	B2	12,47	0,20	
338	F2	10,77		60 567	388	B0	10,88	0,27	
339	G0	10,00		59 542	389	K5	11,68		
340	G5	12,12			390	G8	11,94		
341	F2	12,20			391	B3	9,64	0,29	59 558
342	gK2	10,71		59 544	392	B5	11,54	0,41	
343	A5	12,14	1,00		393	A2	(7,2)		59 559
344	B5	12,20	0,40		394	K5	12,17		
345	A	12,59	0,46		395	F5	12,40		
346	A2	11,18	0,36		396	B2	11,00	0,35	
347	K0	10,68		60 570	397	G2	9,00		60 583
348	B8	11,42	0,34		398	B5	10,20	0,36	60 584
349	A	12,14	0,44		399	B8	12,00	0,37	
350	A0	12,31	0,45		400	B9	9,21	0,18	59 561

Зона +60°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
401	K5	10,08		60°583	451	B1	10,29	0,42	60°598
402	O8 V	10,20	0,47	59 562	452	A0	10,85	0,31	
403	G5	12,26			453	B8	11,30	0,43	
404	B8	11,61	0,36		454	B2	12,03	0,27	
405	B3	11,10	0,26		455	B8	12,44	0,45	
406	B3	12,09	0,55		456	B2	11,41	0,46	
407	G2	12,30			457	B2	11,97	0,43	
408	F5	12,22			458	A0	11,05	0,28	
409	G0	12,52			459	B1	12,69	0,41	
410	G2	11,97			460	G8	9,29		60 600
411	G2	12,35			461	B8	10,12	0,30	
412	B8	12,14	0,43		462	F2	10,42		60 603
413	O7	8,78	0,30	60 586s	463	B5	11,75	0,60	
414	G2	11,99			464	B2	12,65	0,44	
415	A2	11,83	0,59		465	B0	11,52	0,70	
416	A0	10,18	0,26	60 588	466	A5	8,96	0,31	60 605
417	A1	11,45	0,44		467	O	10,01	0,62	60 606
418	K2	12,01			468	B9	12,24	0,36	
419	A8	12,27	0,56		469	O8	8,20	0,38	59 578
420	G0	9,25		59 565	470	A0	10,24	0,16	
421	K0	11,97			471	A0	10,87	0,20	60 607
422	B5	11,73	0,81		472	A0	11,35	0,42	
423	G0	11,15			473	B2	11,20	0,41	
424	B9	9,68	0,27	60 589	474	A0	11,81	0,39	
425	A0	11,98	0,54		475	B9	11,71	0,38	
426	B5	12,37	0,28		476	A0	12,49	0,42	
427	A0	12,27	0,30		477	A2	11,89	0,54	
428	M0	10,88		59 568	478	F2	11,96		
429	G2	12,05			479	B2	11,26	0,40	
430	A0	11,27	0,26		480	B0	11,53	0,56	
431	G8	12,32			481	A2	10,93	0,37	
432	G8	12,25			482	A0	12,21	0,44	
433	G0	8,67		59 569	483	A2	11,53	0,40	
434	G0	12,52			484	A0	11,04	0,33	
435	B8	11,45	0,21		485	A2	10,24	0,31	60 611
436	A0	11,61	0,28		486	K2	11,67		
437	A0	11,76	0,30		487	A8	11,33	0,56	
438	K5	12,14			488	G0	11,83		
439	G2	10,16		60 593	489	B0	10,99	0,76	
440	A0	12,45	0,48		490	A0	9,89	0,30	59 583
441	G5	12,02			491	G2	11,12		
442	G0	8,94			492	K0	12,13		
443	B1 V: n	10,01	0,37	60 596	493	G0	10,60		60 612
444	F5	9,60		59 571	494	K0	11,45		60 613
445	K0	11,77			495	F8	12,22		
446	cA0	(7,5)		60 597	496	K2	10,83		60 615
447	G5	11,76			497	B9	11,50	0,50	
448	B2	12,17	0,43		498	B5	11,86	0,32	
449	K2	11,52			499	G2	10,27		59 585
450	gK2	9,97		59 573	500	F5	9,73		60 618

Зона $+60^{\circ}$

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
501	B3	12,60	0,55		504	A5	11,52	0,48	
502	G0	9,26		60°619	505	B8	12,46	0,36	
503	G8	11,04		59 586	506	G0	(7,3)		59°588

Зона $+61^{\circ}$

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
1	O9 V	10,76	0,70	61°370	41	B1 : V	11,53	0,83	61°382
2	A	12,44	0,36		42	A0	10,64	0,32	60 436
3	A2	11,72	0,06		43	F5	11,99		
4	A2	11,41	0,25		44	K0	10,53		61 383
5	B1	11,16	0,48:		45	K2	12,03		
6	A0	11,41	0,31		46	B8	12,46	0,38	
7	F2	12,38			47	B3	10,29	0,86	60 439
8	A0	11,84	0,27		48	K2	11,50		60 440
9	G0	11,56			49	F2	11,36		
10	A0	9,64	0,38	61 373	50	A8	10,43	0,44	60 441
11	A	12,6			51	A0	12,49	0,32	
12	A	12,48	0,20		52	G0	11,92		
13	A0	10,68	0,31:		53	F2	12,25		
14	F	12,00	0,32		54	G2	11,84		
15	G0	11,20			55	A0	12,07	0,26	
16	B5:	11,92	0,20		56	A0	11,12	0,37	
17	G8	11,78			57	gK0	10,3		61 386
18	B0,5 IV	10,12	0,57	61 375	58	G2	9,09		60 444
19	B	12,13	0,54		59	G0	12,50		
20	G2	11,61			60	G2	11,79		
21	K0	11,21		60 427	61	G8	11,63		
22	A5	11,97	0,16		62	B5	12,02	0,50	60 446
23	G2	11,96			63	F5	10,32		60 448
24	A0	9,04	0,10	61 377	64	A	12,67	0,44	
25	A8	11,63	0,22		65	K0	12,18		
26	B8	12,44	0,19		66	A8	10,12	0,48	61 389
27	F0	9,90		60 428	67	G2	12,32		
28	F8	11,74			68	B2	11,72	0,55	
29	B8:	12,50	0,32		69	F2	12,27		
30	A0	12,50	0,42		70	B8	11,57	0,42	
31	A0	11,66	0,26		71	F2	12,37		
32	G2	11,92			72	G2	11,82		
33	B8	12,07	0,36		73	K2	11,80		
34	B8	11,52	0,35	60 434	74	A0	12,34	0,22	
35	G8	11,18		61 379	75	G0	12,36		
36	A8	10,16	0,44	61 380	76	G2	11,46		
37	A8	12,64	0,47		77	F5	8,62		61 392
38	B2 III	10,15	0,47	60 435	78	B3	12,11	0,56	
39	B8	12,25	0,23		79	F0	12,54		
40	K0	12,26			80	B	12,50	0,67	

Зона $+61^{\circ}$

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
81	B8	10,18	0,09	61°393	131	A2	11,37	0,44	61°407
82	B8	12,17	0,21		132	cB0:	12,55	1,29	
83	B5	11,62	0,34		133	G2	12,30		
84	B9	10,98	0,71	60 453	134	K5:	12,05		
85	G2	12,40			135	F5	10,73		61 409
86	B5	11,44	0,45		136	K2	11,64		
87	G0	9,96		61 394	137*	B8	(7,1)		60 472
88	G0	10,43		60 455	138	B8	11,84	0,56	
89	B8	10,64	0,26	60 454	139	B9	10,73	0,58	61 410
90	G2	11,55			140	G0	12,46		
91	A2	12,33	0,32		141	A0	11,10	0,44	
92	A0	12,48	0,42		142	OB:	11,18	0,99	61 411
93	F5	12,18			143	G5:	12,48		
94	A	12,58	0,44		144	B3	9,27	0,22	
95*	G5	8,85		60 457	145	A1	10,35	0,36	60 477
96	G0	11,78			146	G2	11,10		60 479
97	K0:	12,14			147	F8	9,96		61 414
98	G0	12,38			148	A1	9,90	0,32	61 415
99	G2	12,02			149	A1	10,30	0,44	60 481
100	A0	12,00	0,41		150	A0	12,51	0,40	
101	K2	10,53		60 462	151	G5	8,45		61 416
102	A5	12,51	0,30		152	G8	11,89		
103	A0	11,91	0,50		153	K0	12,26		
104	A0	11,66	0,52		154	A0	11,92	0,49	
105	G0	11,67			155	G5	12,17		
106	A2	12,26	0,44		156	A2	11,40	0,64	60 482
107	K2	11,63			157	M0	11,21		60 483
108	K0	12,33			158	B0	10,79	0,36	61 417
109	A	12,71	0,48		159	A	12,66	0,70	
110	B9	10,98	0,26	60 463	160	G8:	12,46		
111	K5	11,00			161	cB1	12,38	1,02	
112	G2	11,71			162	G2	12,03		
113	A2	11,41	0,48		163	F8	11,98		
114	B8	10,48	0,20	60 464	164	F8	11,02		
115	F0	10,80		61 399	165	B2	11,26	0,29	
116	K2	11,81			166	B2	12,08	0,56	
117	B9	11,77	0,36		167	G2	12,48		
118	A5	12,07	0,39		168	A5	11,39	0,68	
119	B8	11,87	0,24		169	A0	11,86	0,32	
120	G5	12,39			170	A	12,56	0,55	
121	G2	11,92			171	A0	12,50	0,59	
122	A0	9,81	0,22	61 401	172	B0	11,13	0,48	60 496
123	B8	12,23	0,50		173	A2	12,24	0,64	
124	A0	10,44	0,32	61 402	174	G2	12,09		
125	G0	11,19			175	B3	11,14	0,37	
126	B5	12,18	0,52		176	O7	9,37	0,57	60 497
127	B8	10,77	0,38		177	G0:	12,46		
128	G2	11,46			178	B2	12,00	0,40	
129	G2	9,36		61 403	179	O9 V	10,47	0,54	60 498
130	F5	9,20		61 405	180	cB0	12,00	0,96	

Зона +61°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
181	F0	11,86			231	B8:	11,92	0,29	
182	B2:	12,41	0,40		232	B5	10,52	0,34	61°435
183	B0	10,90	0,59	60°499	233	B9	10,20	0,16	61 436
184	A2	11,60	0,30		234	G2	10,99		61 437
185	B3	12,23	0,51		235	K2	11,11		60 522
186	K0	10,94		60 500	236	A0	11,14	0,38	
187 *	B9	8,64	0,22	61 422	237	A8	12,38	0,58	
188	G2	11,22			238	A2	10,71	0,30	61 438
189	O6,5	10,06	0,46	60 501	239	G5	11,93		
190	F2	(7,1)		61 424	240	G8	11,41		61 439
191	B2	11,74	0,71		241	G2	10,97		61 440
192	B3	10,74	0,30	61 423	242	B1	9,68	0,12	61 441
193	B8	11,26	0,28		243	G2	11,34		
194 *	O6	8,33	0,52	60 502 p	244	A0	12,32	0,21	
195	B	11,74	0,47		245	B3	12,48	0,36	
196	B	12,21	0,42		246	A0	10,92	0,25	60 524
197	O5f	8,90	0,70	60 504	247	B5	10,81	0,17	61 442
198	B3	11,47	0,46		248	F2	12,18		
199	A0	10,53	0,38	60 505	249	B5	12,41	0,32	
200	B0:	11,71	0,66	60 506	250	A0	12,13	0,32	
201	O5	8,85	0,43	60 507	251	B1	11,70	0,54	60 529
202	G0	11,22		60 508	252	A2	10,73	0,26	60 530
203	B3	11,59	0,67	60 511	253	B5	12,28	0,35	
204	M	12,09		61 427	254	A0	9,80:	0,27:	61 446
205	B3	12,50	0,27		255	A0	11,30	0,36	60 532
206	A0	12,09	0,50		256	B0	11,09	0,39	
207	F8	9,57		60 509	257	B8	12,42	0,32	
208	F8	12,20	0,57		258	K2	12,28		
209	K0	11,95			259	A0	11,11	0,27	60 535
210	O6	9,91	0,50	60 512	260	G2	10,74		61 449
211	B1	11,75	0,68		261	gK2	10,32		60 537
212	B5	11,23	0,35	61 429	262	G2	11,00		61 450
213	B1	12,12	0,43		263	G0	10,63		60 539
214	F5	10,38		61 430	264	B6	11,28	0,33	61 451
215	B2	11,47	0,65		265	G5	11,71		
216	A0	12,47	0,38		266	B0	11,54	0,81	
217	A2	12,08	0,39		267	gG8	8,93		60 540
218	A0	11,76	0,33		268	O9,5 III	8,29	0,62	60 541s
219	A0	10,93	0,38	61 431	269	B0	12,52	0,32	
220	B3	12,72	0,53		270	B8	11,09	0,20	61 453
221	F8	12,30			271	A0	11,54	0,36	61 454
222	G2	11,67			272	B9	11,45	0,35	
223	G0	10,45		60 518	273	A2	12,45	0,26	
224	A0	12,24	0,35		274	F8	11,84		
225	F2	11,67			275	B5	11,05	0,29	
226	A2	11,14	0,30	61 433	276	K0	11,21		61 455
227	B5	12,07	0,26		277	G5	12,03		
228	B5	12,47	0,40		278	B5	12,46	0,24	
229	G0	12,17			279	F0	11,73	0,32	
230	F2	10,83		61 434	280	A0	12,17	0,35	

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
281	B8	10,26	0,34	61°456	331	cB0	11,74	0,64	
282	G2	12,04			332	A2	10,86	0,35	
283	K2	11,60		61 457	333	G2	12,11		
284	B2	12,00	0,25		334	A0	12,10	0,18	
285	B5	11,71	0,26		335	B2	12,14	0,43	
286	K2	11,92			336	A0	12,36	0,20	
287	A5	12,34	0,36		337	B8	11,15	0,22	61°478
288	B8	12,34	0,30		338	A0	12,37	0,19	
289	K0	11,63			339	B9	12,48	0,32	
290	K5	11,69		61 459	340	A0	10,15	0,10	61 479
291	B2	11,3		61 461	341	A0	12,04	0,23	
292	A2:	11,98	0,28		342	A0	9,95	0,11	60 564
293	A5	9,50	0,30	61 460	343	G5	12,06		
294	B2	12,65	0,52		344	G8	12,03		
295	M0	10,51			345	A0	11,72	0,30	
296	B2	10,94	0,27	60 547	346	A0	11,19	0,43	
297	F2	(7,2)		60 548	347	F5	11,24		
298	B7	10,00	0,20	60 550	348	A2	11,96	0,38	
299	O	12,34	1,13		349	A0	10,61	0,36	61 481
300	K0	12,21			350	B8	11,63	0,13	
301	B5	9,87	0,18	61 465	351	A0	11,30	0,34	
302	K5	12,20			352	A2	10,27	0,34	61 480
303	K0	10,97		60 551	353	K0	10,00		60 568
304	B5	10,02	0,15	61 466	354	F2	9,96		61 483
305	A0	9,55	0,09	61 467	355	B8	11,87	0,26	
306	B8:	11,02	0,13	60 552	356	K0	11,86		
307	A0	12,57	0,40		357	B8	10,65	0,24	60 569
308	B9:	11,37	0,16		358	B0	12,08	0,47	
309	cB0	9,94	0,25	61 468	359	A0	12,41	0,28	
310	K0	11,96			360	B3	12,5		
311	B8	11,91	0,61		361	G2	11,59		
312	B8	11,17	0,21		362	K5	11,71		60 571
313	A0	11,92	0,26		363	G2:	12,5		
314	B8	10,91	0,30:	61 469	364	G8	12,08		
315	B8	11,18	0,40	60 555	365	G5	11,71		
316	K2	11,86		60 557	366	B8	12,17	0,40	
317	A8	10,66	0,44	60 558	367	B0	12,48	0,32	
318	A2	9,61	0,26	61 470	368	A0	9,11	0,26	61 485
319	K0	9,54		61 471	369	B8	10,40	0,16	61 486
320	K0	11,28		61 472	370	G0	11,12		
321	B0	11,96	0,32		371	F0	11,09		60 573
322	G0	12,02			372	M0	11,96		
323	B8	11,02	0,18	61 473	373	K2	12,16		
324	B0	11,98	0,42		374	G5	11,95		
325	A5	11,61			375	K0	12,00		
326 *	G2	11,57			376	K5	10,55		60 575
327	G2	11,69			377	cB0	10,71	0,90	61 487
328	K2	11,46		60 560	378	G0:	12,63		
329	G5	8,69		60 561	379	G0:	12,54		
330	K5	11,07		60 563	380	M0	10,82		61 576

Зона +61°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
381	K0	11,46			431	A0	9,60	0,17	60°592
382	G5	11,87			432	B3	12,33	0,32	
383	A5:	12,46	0,42		433	B5	12,41	0,35	
384	G5	12,46			434	B8	10,53	0,36	
385	B8	10,59	0,15	60°577	435	O9 V	9,66	0,36	60 594
386	A0	11,08	0,16	60 580	436	G8	12,23		
387	K0	11,34		61 491	437	A0	11,17	0,30	
388	A2	11,38	0,35		438	G2	12,07		
389	G0:	12,5			439	G2	10,50		60 595
390	G5	11,06			440	A1	11,09	0,50	
391	A5	11,41			441	F2	9,26		61 501
392	B5	12,57	0,33		442	G5	11,58		
393	G2	11,79			443	G0	10,95		61 502
394	A0	12,20	0,42		444	B5	12,48	0,38	
395	B3	12,28	0,28		445	A5	10,82	0,38	
396	B2	11,80	0,32		446	G8	12,46		
397	A0	11,56	0,30		447	B8	12,42	0,23	
398	F2	12,34			448	F0:	12,23	0,48	
399	K0	10,43		61 492	449	A0	12,60		
400	B1:	12,90:	0,44;		450	B3	11,79	0,41	
401	B8	11,23	0,35	60 582	451	G2	12,35		
402	B0	12,22	0,39		452	G2	12,13		
403	G8	11,27			453	G5	12,28		
404	A0	9,81	0,19	61 494	454	B5	12,7		
405	G5	11,94			455	gK0	10,56		
406	A2	11,76	0,42		456	F8:	11,12		61 504
407	G8	12,07			457	K	11,85		61 505
408	K2	12,14			458	A0	10,40	0,16	61 506
409	A2	11,57	0,44		459	A2	9,46	0,33	60 601
410	B1	10,47	0,48		460	K0	10,99		60 602
411	B9	12,26	0,44		461	K3	10,09		60 604
412	B5	12,41	0,27		462	B8	10,71	0,31	
413	A0	12,24	0,45		463	A0	11,89	0,22	
414	A0	8,2		61 495	464	G2	11,26		
415	A2	12,14	0,37		465	G8	11,87		
416	A0	12,36	0,49		466	K0	12,13		
417	G8	11,60			467	G0	11,32		
418	G2	11,73			468	G8	12,07		
419	B3	9,28	0,34	60 587	469	B1 V	7,03	0,23	60 608
420	B9	12,36	0,35		470	K0	11,88		
421	A5	11,88	0,46		471	G2	11,49		
422	A0	10,44	0,20		472	A2	12,38	0,28	
423	A0	12,22	0,33		473	G5	11,96		
424	G8:	9,39		61 496	474	K0	10,91		61 507
425	B3	11,54	0,41	61 497	475	B5	12,55	0,30	
426	A0	12,03	0,21		476	B3	11,18	0,57	60 609
427	A0	11,49	0,20		477	F5	9,33		60 610
428	A1	11,00	0,53	60 590	478	G8	12,34		
429	A0	10,96	0,25	61 498	479	A	12,63		
430	F5	(6,0)		60 591	480	K0	11,68		

Зона +61°

№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD	№	Sp	m_{pg}	C. I.	BD
481	B5	11,40	0,38		491	A0	11,65	0,30	
482	A5	12,17	0,32		492	K0	10,28		60°616
483	F5	12,16			493	K0	11,93		
484	G2	10,06		61°508	494	F8	12,22		
485	G8	9,98		60 614	495	K0	12,32		
486	A2	11,61	0,57		496	B2	11,84	0,52	
487	A0	11,74	0,34		497	A0	10,34	0,05	60 617
488	A0	11,03	0,24		498	A0	10,86	0,19	61 511
489	A0	12,47	0,26		499	M0	12,28		
490	G2	12,51			500	G2	12,27		
					501	A0	8,8		61 512
					502	B3	11,53	0,47	

Примечания

Зона +56°

35. ADS 1648 A.
 93. » 1712 A.
 111. » 1731 B.
 112. » 1731 A.
 169. » 1748. Виден один компонент.
 202. AD Per.
 217. SU Per.
 311. ADS 1872. Виден один компонент.
 326. » 1893 A.
 359. » 1934 A.
 379. » 1967 A.
 401. YZ Per.
 465. ADS 2078 A.
 466. » 2077 A.
 504. » 2147 A.
 555. » 2249 A.

Зона +57°

161. ADS 1722 A.
 195. » 1753 A.
 266. » 1832 A.
 311. » 1891 A.
 339. » 1911 A.
 361. » 1937 A.
 483. » 2093 A.

Зона +58°

62. VX Per.
 211. T Per.
 256. S Per.

455. ADS 1933 A.
 571. » 2221 A.
 597. » 2269 A.
 605. » 2282 A.

Зона +59°

153. ADS 1721 A.
 225. » 1193 B.
 226. » 1193 A.
 290. SZ Cas.
 313. ADS 1895 A.
 325. — В каталоге Хильтнера для этой звезды приведены $V=10^m52$, $B=1^m08$; такое большое расхождение можно объяснить либо переменностью звезды, либо опечаткой в каталоге.
 333. ADS 1932 A.
 359. » 1970 A.
 514. » 1500 B.
 516. » 1500 A.

Зона +60°

10. ADS 1632 A.
 117. » 1765 A.
 286. DO Cas.

Зона +61°

95. ADS 1737 A.
 137. » 1833 A.
 187. » 1916 A.
 194. » 1920 A.
 326. Вероятно DF Cas.

**Известия
Крымской астрофизической обсерватории
Том XX**

•
*Утверждено к печати
Крымской астрофизической обсерваторией
Академии наук СССР*

•
Редактор издательства *Ю. И. Ефремов*
Технический редактор *Г. Н. Шевченко*

•
РИСО АН СССР № 11—10В. Сдано в набор
21/IV 1958 г. Подписано к печати 23/VII 1958 г.
Формат бум. $70 \times 108\frac{1}{16}$. 21,25 печ. л. = 29,11 усл.
печ. л. Уч.-изд. л. 29,8 + 24 вклейки = 3,2. Тираж
1400 экз. Т-07823. Изд. № 3089. Тип. зак. № 629.
Бесплатно

•
Издательство Академии наук СССР.
Москва, Б-64, Подсосенский пер., 21

1-я типография Издательства АН СССР
Ленинград, В. О., 9-я линия, д. 12