СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ AG ДРАКОНА

Л. В. Мирзоян

В работе В. А. Амбарцумяна „Явление непрерывной эмиссии и источники звездной энергии" [1] показано, что для решения вопроса о природе источников звездной энергии особый интерес представляют исследования звезд типа Т Тельца и примыкающих к ним нестационарных звезд, во внешних слоях которых, как показывают наблюдательные данные, происходят процессы непосредственного выделения внутризвездной энергии.

Согласно [2] особой разновидностью звезд типа Т Тельца, обладающей подобными особенностями излучения, является звезда BD+67°922=AG Дракона.

Спектрофотометрическому исследованию этой звезды посвящена настоящая статья.

Впервые на AG Дракона обратили внимание Янсен и Высотский [3] в 1943 г. На призменных спектрограммах было обнаружено наличие в спектре звезды сильных эмиссионных линий водорода H_β, H_γ, H_δ, H_ε и линии λ4686 ионизированного гелия. Визуальные наблюдения на 26″ рефракторе не показали никаких признаков существования вокруг AG Дракона планетарной туманности*. Наблюдался непрерывный спектр без линий поглощения. Блеск звезды был оценен 10^m.

В том же году Джой и Вильсон [4] на щелевых спектрограммах обнаружили, помимо указанных линий, еще линию H_ζ и шесть эмиссионных линий нейтрального гелия.

---

* На фотографии, полученной 21″ камерой Шмидта Бюраканской обсерватории Б. Е. Маркаряном, при предельной величине $18^m.5$ также не обнаружено никаких следов туманности вокруг AG Дракона.

Линии поглощения, будучи перезкими, характеризовали спектр класса dG7.

Последующие наблюдения в 1944, 1945, 1948 гг. [5, 6] не показали значительных изменений в спектре AG Дракона по сравнению с 1943 г.

В 1952 г. звезда была исследована Роман [6] на обсерватории Мак Дональд. Спектр оказался сильно изменившимся. Наблюдался очень сильный непрерывный континуум, полностью маскирующий все линии поглощения и простирающийся до λ3300. В области λλ 3800—5000 все наблюдаемые линии водорода и ионизированного гелия были в эмиссии, так же, как и линии нейтрального гелия, кроме слабейших. В период между 13 сентября и 4 октября 1952 г. заметных изменений в спектре не было отмечено.

Фотоэлектрические наблюдения в марте 1952 г. указывали на аномальное распределение энергии в непрерывном спектре звезды. Показатели цвета в системе Джонсона [7] оказались равными: 0.88 (B—V), что соответствует звездам gG5, и —0.68 (U—B) в соответствии с dB3. Звездная величина была оценена в $9^m.44$ (V).

Переменность этой звезды была открыта в 1953 г. А. С. Шаровым [8]. Амплитуда изменения блеска составляла приблизительно 2^m ($9^m.4-11^m.4$) в фотографических лучах, а характер изменения был неправильным.

В дальнейшем переменность AG Дракона была подтверждена В. Венцелем [9], который на основе имеющегося в Зоннебергской обсерватории наблюдательного материала построил кривые блеска этой звезды на протяжении ряда лет. Были обнаружены неправильные колебания блеска в фотографических лучах в интервале 9^m-11^m. По Венцелю, звезда принадлежит к группе звезд типа Z Андромеды.

А. Д. Бернев [10] построил кривую блеска AG Дракона в период с 1941 по 1955 гг. Амплитуда блеска в фотографических лучах, согласно [10], составляла приблизительно $2^m.5$ ($8^m.9-11^m.4$). К 1955 г. относятся всего два наблюдения (23 и 24 августа). Они хорошо согласуются с нашими того же периода.

НАБЛЮДЕНИЯ

Спектрограммы получены объективной призмой, с преломляющим углом в 4°, в комбинации с 12—8″ камерой Шмидта Бюраканской обсерватории. Список наблюдений, лежащих в основе настоящего исследования, приводится в таблице 1.

Таблица 1

Наблюдения переменной AG Дракона в 1955 г.

Серия	Дата В. В.	№№ пластинки	Продолжительность экспозиции в мин.	Сорт эмульсии
I	28 января	50	60	Ильфорд-Зенит
	29 »	51	132	»
	1 февраля	52	150	»
	»	53	75	»
	2 »	55	150	»
	3 »	56	150	»
II	26 мая	49	100	Истмэн 103а-0
	30 »	61	70	»
	11 июня	64	90	»
	»	65	35	»
	12 »	66	100	»
	16 »	70	120	»
	»	71	65	»
	17 »	72	120	»
	»	73	70	»
	24 »	75	100	»
III	19 августа	79	150	Ильфорд-Зенит
	»	80	150	»
	20 »	81	60	Кодак
	21 »	82	120	»
	»	83	90	»
	22 »	84	105	»
	»	85	120	»
	23 »	86	120	»
	25 »	87	135	»
IV	7 сентября	88	90	»
	8 »	89	120	»
	13 »	93	90	»
	14 »	95	125	»
	15 »	97	140	»
	16 »	99	100	»
	19 »	100	120	»
	16 ноября	102	115	»
	17 »	103	75	»

Спектры расширялись путем расстройства часового механизма телескопа. Длина спектрограмм для исследованной области λ 3500—5000 приблизительно 5 *мм*, а ширина 0,1—0,2 *мм*. Снимки проявлялись гидрохиноновым проявителем в течение 4—8 минут одновременно с калибровочными шкалами.

Калибровочные шкалы фотографировались на трубочном фотометре светом, пропущенным через синий светофильтр „Агфа". Таким образом, не учтено изменение формы характеристических кривых с длиной волны. Разность в экспозициях при фотографировании звездных спектров и калибровочных шкал значительна: 10—20 раз, что, однако, не может привести к значительным ошибкам в измерениях интенсивностей.

Дисперсионная кривая построена по водородным линиям серии Бальмера в спектрах A0-звезд, в основном в спектре звезды сравнения, после получения микрофотометрических записей этих спектров. Величина линейной дисперсии на спектрограммах в А/*мм* для ряда длин волн дается в таблице 2.

Таблица 2

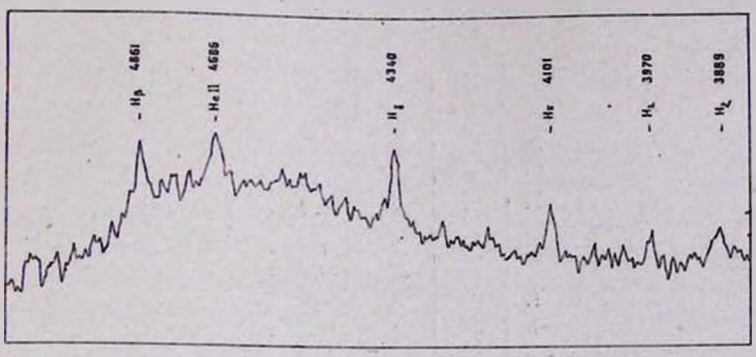
Линейная дисперсия инструмента в А/мм.

H_δ	λ4686	H_γ	H_β	H_α	H_ε
610	540	420	345	310	285

Первые шесть спектрограмм AG Дракона были получены в сентябре — ноябре 1954 г. Из-за отсутствия соответствующих калибровочных шкал они не обработаны. На всех этих спектрограммах в эмиссии находятся все наблюдаемые линии водорода от H_δ до H_{11} включительно. Весьма интенсивна эмиссионная линия λ4686 ионизированного гелия. На микрофотограммах она занимает площадь, равную по величине площади H_γ. Линии поглощения очень слабы, как и на всех спектрограммах 1955 г., вследствие чего их невозможно отличить от случайных флюктуаций плотности негатива.

НЕПРЕРЫВНЫЙ СПЕКТР И ЭМИССИОННЫЕ ЛИНИИ

Спектры обработаны по их микрофотометрическим записям, полученным на саморегистрирующем микрофотометре Бюраканской обсерватории с увеличением в 70 раз (фиг. 1).



Фиг. 1

При измерениях непрерывного спектра AG Дракона звездой сравнения служила звезда спектрального класса A0, HD 145258, которая находится недалеко от исследуемой звезды. Такой выбор обусловлен стремлением исключить ошибки, обычно возникающие при сравнении звезд на двух разных пластинках, в основном связанные с учетом атмосферной экстинкции. Правда, сильное водородное поглощение в линиях у A-звезд несколько искажает их непрерывный спектр, делая невозможным его точное проведение на микрофотограммах, однако, так как нас больше интересуют изменения в спектре AG Дракона, это не может служить существенным препятствием. Следует учесть также и то обстоятельство, что на фотографиях области AG Дракона нет ни одной O или B-звезды.

Для получения распределения энергии в непрерывном спектре исследуемой звезды по отношению к распределению в непрерывном спектре звезды сравнения, непрерывные спектры интерполированы к частотам линий излучения для AG Дракона и линий поглощения для звезды сравнения. Все

Таблица 5

$\Delta m_\lambda = m_\lambda$ (AG Дракона) $- m_\lambda$ (HD 145258)

Серия	n \ λ^{-1}	2.02	2.06	2.10	2.14	2.18	2.24	2.26	2.31	2.34	2.37	2.44	2.49	2.52	2.57	2.61	2.63	2.65
I	6	0.92	1.05	1.33	1.50	1.58	1.65	1.72	1.80	1.88	1.98	2.00	1.98	1.95	1.92	1.75	1.60	1.45
II	10	1.10	1.18	1.35	1.45	1.60	1.85	2.03	2.15	2.30	2.50	2.70	2.73	2.78	2.78	2.80	2.68	2.40
III	7	0.95	1.00	1.20	1.25	1.35	1.48	1.58	1.68	1.78	1.85	2.00	2.12	2.15	2.15	2.05	2.00	1.85
IV	9	1.05	1.08	1.30	1.45	1.55	1.65	1.78	1.85	1.95	2.10	2.25	2.28	2.33	2.33	2.25	2.15	—

наблюдения были разделены на четыре серии по периодам наблюдений. Таблица 1 разграфлена в соответствии с этим разделением.

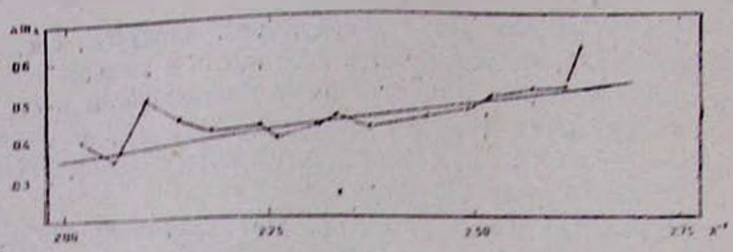
Результаты измерений непрерывных спектров, средние для всех серий, представлены в таблице 3: в первом столбце — номер серии, во втором — число спектрограмм в серии, а в последующих — разность звездных величин, в смысле AG Дракона минус HD 145258, для волновых чисел, указанных в первой строке таблицы.

Данные таблицы 3 характеризуют излучение AG Дракона в среднем для каждой серии наблюдений. Осреднение результатов измерений по сериям здесь и в дальнейшем изложении выполнено с целью свести к минимуму возможные случайные ошибки. В этом случае, естественно, мы проходим мимо реальных изменений в спектре исследуемой звезды в промежутках времени между отдельными наблюдениями данной серии. В тех случаях когда промежуток времени между отдельными наблюдениями данной серии сравнительно большой, например между семью первыми и двумя последними четвертой серии, включение в одну серию было обусловлено тем, что значительных изменений в спектре за это время не было обнаружено.

На двух снимках серии III (№№ 82, 83) результаты измерений которых не вошли в средние таблицы 3, звезда сравнения HD 145258 вышла непосредственно у края пластинки. Поэтому измерения соответствующих спектрограмм AG Дракона выполнено по отношению к звезде спектрального класса A5: HD 143253. Сравнение результатов обработки этих двух спектрограмм со средними данными серии III (по остальным семи спектрограммам), приведенными в таблице 3, графически представлено на фигуре 2. Разность нуль-пунктов обусловлена разностью в видимых величинах HD 145258 и HD 143253*, а наклон прямой приводит к относительному градиенту примерно 0.22. Непосредственное определение относительного градиента HD 143253 по отношению к HD 145258 по пластинке № 84 привело к значению 0,18.

* $m \approx 8.95$ [8, 9] для HD 145258 (значение $m=9,3$, приведенное в HD, неверное) и $m_{pm}=9.4$, $m_{pg}=9.5$ для HD 143253 по HD.

Таким образом, следует считать согласие вполне удовлетворительным.



Фиг. 2.

Была сделана попытка на основе наших измерений непрерывного спектра определить показатель цвета AG Дракона в системе (U, B) Джонсона для первых двух серий наблюдений. Для эффективных длин волн в этой системе приняты приблизительные значения: λ 3600 и λ 4100. Звездная величина для λ 3600 определена экстраполяцией данных таблицы 3, а для λ 4100 непосредственно. Ультрафиолетовый-синий показатель цвета получился равным соответственно —0.87 и —0.55 для I и II серий наблюдений. Здесь не учтен эффект возможного скачка в величине интенсивности непрерывного излучения AG Дракона у границы серии Бальмера, а также влияние конечной ширины полосы пропускания светофильтров и влияние спектральных линий на результаты электрофотометрических определений. Это означает, что наши определения лишь очень грубо характеризуют истинный цвет звезды в системе (U, B).

На всех спектрограммах AG Дракона видны в эмиссии водородные линии от H_β до H_9—H_{11} и линия λ 4686 ионизированного гелия. На некоторых спектрограммах намечаются линии нейтрального гелия (λλ 4471, 4026, 4009 и т. д.).

Нами фотометрированы наиболее яркие из них: H_β, H_γ, H_δ, H_ϵ, H_ζ и λ 4686.

Сводка измерений эквивалентных ширин этих линий и соответствующие средние отклонения в ангстремах приводятся в таблице 4 (n— число наблюдений в серии).

Таблица 4

Эквивалентные ширины эмиссионных линий AG Дракона (в ангстремах)

Серия	n	H_β	H_γ	H_δ	H_ε	H_ζ	λ 4686
I	6	29.1±5.7	15.0±3.6	9.4±3.9	2.3±0.7	5.3±1.0	21.4±6.0
II	10	17.5±3.7	15.0±3.5	9.7±2.8	4.5±1.1	5.4±1.9	19.3±4.7
III	9	11.4±1.8	8.8±1.8	5.6±1.5	2.5±0.4	2.7±0.4	13.2±1.5
IV	9	10.3±2.1	7.4±1.0	5.1±1.1	3.4±1.8	4.5±1.8	9.4±1,2

Эти средние отклонения будут равны средним ошибкам одного определения при предположении, что в период наблюдений данной серии эквивалентные ширины не изменяются. Это предположение не вполне соответствует действительности, однако если учесть, что наблюдаемые изменения внутри серии небольшие и притом неправильные, то такое предположение можно считать приемлемым. Правда, в этом случае вычисленные ошибки будут как-то характеризовать и величину изменений внутри серии.

На основе данных таблицы 5 далее вычислены относительные интенсивности эмиссионных линий. С этой целью определено абсолютное распределение энергии в непрерывном спектре AG Дракона для каждого отдельного наблюдения с помощью абсолютного распределения энергии в непрерывном спектре звезды сравнения HD 145258 (в упомянутых выше двух случаях звезды сравнения HD 143253). Абсолютное распределение энергии излучения звезд сравнения взято в соответствии с теоретическими расчетами Э. Р. Мустеля [11].

Вычисленные относительные интенсивности эмиссионных линий (средние для серий) представлены в таблице 5. Везде интенсивность H_β принята равной единице. Изменение абсолютной интенсивности самой H_β от серии к серии выражается следующим отношением: 1.00 : 0.60 : 0.42 : 0.34.

Таблица 5

Относительные интенсивности эмиссионных линий AG Дракона

Серия	H_β	H_γ	H_δ	H_ε	H_ζ	λ 4686
I	1.00	0.37	0.22	0.07	0.19	0.55
II	1.00	0.57	0.27	0.10	0.13	0.94
III	1.00	0.60	0.33	0.13	0.16	1.01
IV	1.00	0.57	0.34	0.18	0.32	0.86

Следует указать, что данные о линиях H_ε и H_ζ, повидимому, искажены наложением на эти линии других, менее заметных линий.

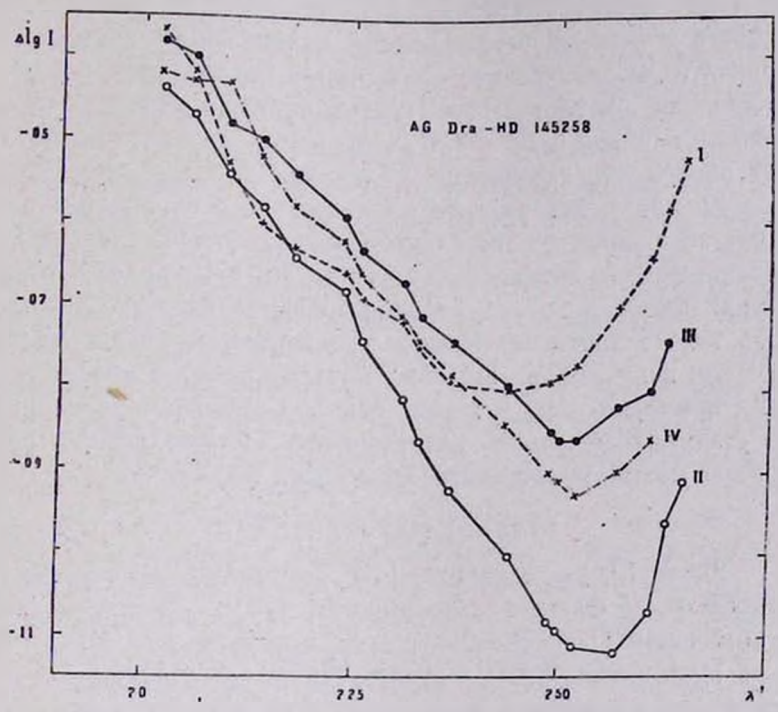
ОБСУЖДЕНИЕ

О результатах обработки первых двух серий наблюдений AG Дракона коротко было сообщено в [12]. Там же были приведены некоторые соображения о возможной интерпретации наблюдательных данных. Здесь мы приведем анализ результатов обработки всех наших наблюдений AG Дракона.

На фигуре 3 графически представлено относительное распределение энергии в непрерывном спектре AG Дракона в виде зависимости (ΔlgI, $1/\lambda$), где ΔlgI = lgI (AG Дракона) — — lgI (HD 145258) для всех четырех серий наблюдений, по данным таблицы 3.

Во всех случаях эта зависимость, начиная с некоторой длины волны, резко отклоняется от прямолинейности. Это свидетельствует о том, что излучение переменной отклоняется от Планковского, обычно довольно хорошо представляющего излучение нормальных звезд. Совсем небольшая часть этого отклонения может быть обусловлена водородным поглощением в спектре звезды сравнения [13]. Действительно, поскольку такой эффект должен был проявляться одинаково для всех серий, а кривые, представляющие разные серии, в этом смысле значительно отличаются, то следует считать, что в основном эти отклонения характеризуют изменения избытка излучения в коротковолновой части спектра AG Дракона по отношению к нормальному.

Следует отметить, что относительное распределение ΔlgI обычной K0-звезды HD 146988 по отношению к звезде сравнения HD 145258 (A0) дало прямолинейную зависимость от $^1/\lambda$ без заметных отклонений в коротковолновой части.



Фиг. 3. Зависимость ΔlgI = lgI (AG Дракона) — lgI (HD 145258) от $^1/\lambda$ для всех серий наблюдений (номера справа указывают серии).

Прямолинейная часть указанной зависимости во всех рассматриваемых случаях приводит к спектрофотометрической температуре 3300—4400°, если абсолютный градиент HD 145258 (A0) принять равным 1.00.

Сравнение кривых I и II показывает их сходство в длинноволновой части и серьезное различие между ними в коротковолновой части. Это различие, как и все остальные различия между кривыми, следует приписать изменениям интенсивности излучения AG Дракона. Они, естественно, приводят к изменениям яркости звезды в целом.

В случае кривых I и II изменение интенсивности излучения AG Дракона в коротковолновой части, как показывает график, привело к смещению на фиг. 3 точки, начиная от которой относительное распределение энергии отклоняется от нормального: в сторону ультрафиолета с ослаблением яркости звезды. В период первой серии наблюдений переменная была значительно ярче, чем в период второй серии наблюдений. В соответствии с этим кривая I отклоняется от прямой начиная с $^1/\lambda = 2.37$, в то время как на кривой II это отклонение начинается у $^1/\lambda = 2.52$.

Значительный интерес представляет следующее общее свойство кривых относительного распределения энергии I и II. Обе кривые можно представить как сумму двух излучений: постоянного „нормального" излучения звезды позднего типа с почти постоянным градиентом и источника излучения непрерывной эмиссии, которое имеет в обеих случаях примерно одно и то же относительное распределение, но разную абсолютную интенсивность. Иначе говоря, обе кривые можно представить следующей формулой:

$$I(^1/\lambda) = I_0(^1/\lambda) + k \cdot E(^1/\lambda) \qquad (A)$$

Здесь $I(^1/\lambda)$ — относительное распределение энергии в непрерывном спектре AG Дракона, $I_0(^1/\lambda)$ — распределение „нормального" излучения звезды позднего типа с постоянным градиентом, $E(^1/\lambda)$ — относительное распределение непрерывной эмиссии, а k характеризует абсолютную интенсивность непрерывной эмиссии и поэтому может принимать различные положительные значения.

Когда абсолютная интенсивность непрерывной эмиссии больше (кривая I), то она становится заметной и там, где сравнительно слаба, т. е. в более длинноволновой области. Наиболее сильный эффект непрерывной эмиссии наблюдается начиная с λ3900, где разность блеска между первой и второй сериями достигла одной звездной величины.

Кривые распределения III и IV на фиг. 3, представляющие наблюдения соответствующих серий, показывают, что наблюдаемые изменения интенсивности излучения AG Дракона не всегда возможно представить с помощью фор-

мулы (А), т. е. изменением абсолютной интенсивности непрерывной эмиссии. Кривые III и IV указывают по отношению к кривым I и II и на некоторые изменения в длинноволновой части графика. Так, например, в отличие от кривых I и II, у них наклоны прямолинейной части другие, соответствующие более высоким спектрофотометрическим температурам. Значительно больше также абсолютная интенсивность непрерывного спектра в этой части. Однако, как уже было указано выше, и для кривых III и IV характерно отклонение от прямой в коротковолновой части.

Таким образом, для объяснения изменений в непрерывном спектре AG Дракона, в общем случае, следует допустить, что кроме изменений в интенсивности непрерывной эмиссии, имеют место изменения в „нормальном" — температурном излучении, обусловленные изменением температуры фотосферы звезды. Следовательно изменения интенсивности непрерывного излучения AG Дракона обусловлены совокупным действием двух факторов: непрерывной эмиссии и температурными изменениями, причем соотношение влияния этих двух факторов меняется во времени.

Так, например, в период между I и II сериями наблюдений изменение яркости AG Дракона было обусловлено, в основном (если не целиком), усилением коротковолновой части непрерывного спектра (непрерывной эмиссии), в то время как между II и III сериями наблюдений оно наступило в результате усиления непрерывного спектра в целом: как в длинноволновой (дополнительное, по всей вероятности, тепловое излучение вследствие повышения температуры), так и в коротковолновой (непрерывная эмиссия) областях. В рамках такой схемы можно интерпретировать и другие возможные изменения яркости переменной AG Дракона, в частности изменение между III и IV сериями наблюдений.

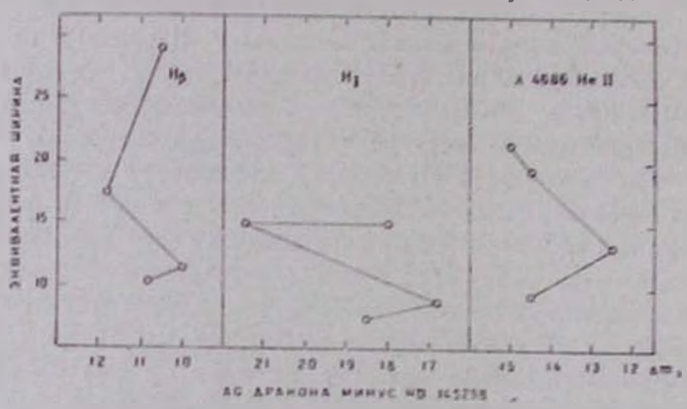
Объяснение изменений яркости AG Дракона одними только изменениями температуры или размеров звезды оказывается невозможным. В. П. Цесевич [14] предлагает гипотезу о двойственности этой звезды. Однако эта гипотеза, подобно аналогичным гипотезам для объяснения поведения так называемых „симбиотических" звезд (AX Персея, Z Ан-

дромеды, CI Лебедя и т. д.) встречается с серьезными трудностями [15]. Хотя кажется, что одновременное появление свойств горячей и холодной звезд всегда проще объяснить наличием двух звезд, однако при накоплении данных о более тонких свойствах звезд такие искусственные гипотезы обычно терпят неудачу.

Во всяком случае наши данные говорят о том, что в случае, если считать звезду состоящей из двух составляющих, то обе составляющие следует считать переменными.

До сих пор при рассмотрении изменений в спектре AG Дракона речь шла только о непрерывном спектре. В действительности яркость звезды в целом зависит также от интенсивности излучения в линиях, в особенности в рассматриваемом случае, когда в эмиссионных линиях сосредоточено значительное количество энергии.

Изменения непрерывного спектра у AG Дракона, согласно данным таблицы 4, сопровождаются изменениями в эмиссионных линиях. Взаимосвязь между ними для H_δ, H_γ и λ 4686 представлена графиками на фиг. 4, где на оси



Фиг. 4. Ход изменения эквивалентных ширин линий H_δ, H_γ и λ 4686 в спектре AG Дракона в зависимости от изменений в непрерывном спектре у этих линий: $\Delta m_\lambda = m_\lambda$ (AG Дракона) — m_λ (HD 145258).

ординат отложены эквивалентные ширины линий, а на оси абсцисс Δm_λ из таблицы 3, соответствующие точкам непре-

рывного спектра у этих линий. Рассмотрение этих графиков показывает, что связь между изменениями эквивалентных ширин эмиссионных линий и непрерывного спектра довольно сложная. Отдельные куски ломаных линий на графиках можно интерпретировать в рамках вышеприведенной схемы следующим образом.

Участок I—II характеризуется сильным ослаблением непрерывного спектра в коротковолновой части (у H_γ изменение больше $0^m.3$). В длинноволновой части практически изменения нет: у H_β и $\lambda 4686$ изменения непрерывного спектра порядка $0^m.1$ (разного знака) находятся в пределах ошибок. Линия H_β значительно ослабла, а линии H_γ и $\lambda 4686$ не изменились. Можно допустить, что ослабление коротковолнового излучения (непрерывной эмиссии) привело к ослаблению водородных линий, как видно на примере H_β и не заметно на H_γ, повидимому, вследствие изменения самого непрерывного спектра у этой линии.

На участке II—III наблюдается усиление непрерывного спектра везде: порядка $0^m.2$ у H_β и $\lambda 4686$ и $0^m.5$ у H_γ. Оно привело к уменьшению эквивалентных ширин всех эмиссионных линий. В согласии с фиг. 3 следует думать, что усиление непрерывного спектра в рассматриваемой области явилось следствием повышения температуры звезды.

Наконец на участке III—IV имеет место некоторое ослабление непрерывного спектра, сопровождаемое незначительным ослаблением линий. Фиг. 3 в этом случае указывает на некоторое понижение температуры AG Дракона и возможно на незначительное ослабление непрерывной эмиссии.

Таким образом, совокупность наблюдательных данных о спектре AG Дракона, повидимому, свидетельствует в пользу идей В. А. Амбарцумяна [1] о непосредственном освобождении внутризвездной энергии во внешних слоях ряда нестационарных звезд в виде непрерывной эмиссии, энергии эмиссионных линий и дополнительного температурного излучения.

Избыток ультрафиолетового излучения в спектре AG Дракона во всех рассмотренных случаях невозможно объяснить никакими известными процессами теплового излучения. Небезынтересно отметить в связи с этим, что к аналогичному выводу привели теоретические расчеты Харо и Хербиге [16] относительно избытка ультрафиолетового излучения у ряда исследованных ими объектов типа Т Тельца. Полученные в той же работе [16] другие результаты качественно очень сходны с изложенными выше.

В заключение рассмотрим те особенности спектра AG Дракона, которые приближают эту звезду к тем или иным группам небесных объектов.

Неправильные изменения яркости и наличие непрерывной эмиссии и эмиссионных линий в спектре AG Дракона приближают эту звезду к звездам типа Т Тельца. Однако ряд особенностей звезды AG Дракона не характерен для указанной группы звезд. К ним относится, прежде всего, наличие интенсивной эмиссионной линии λ 4686 ионизированного гелия и больших допплеровских смещений линий, приводящих к лучевой скорости примерно в полтораста *км/сек*. Необычно для звезд типа Т Тельца и большая галактическая широта AG Дракона (41°).

Наличие интенсивной эмиссии в линиях водорода и, в особенности, в линии λ 4686 ионизированного гелия делает спектр AG Дракона сходным в этом отношении с эмиссионным спектром планетарных туманностей. Однако в отличие от последних в спектре AG Дракона нет никаких следов запрещенных линий N_1 и N_2 дважды ионизированного кислорода.

Эмиссионный спектр AG Дракона показывает некоторое сходство и со спектрами „симбиотических" звезд AX Персея, CI Лебедя и т. д. Однако AG Дракона резко отличается от „симбиотических" звезд тем, что в ее спектре никогда не наблюдались сколько-нибудь интенсивные запрещенные линии. Для сравнения в таблице 6 приводятся соответствующие данные. Там же приведены и данные о планетарных туманностях: NGC 7027 и средние для трех групп туманностей из [23].

Эти данные, повидимому, свидетельствуют о том, что физический механизм излучения линий всех указанных

Таблица 6

Относительные интенсивности эмиссионных линий у разных объектов

Объект	H_β	H_γ	H_δ	H_ϵ^1	H_ζ^1	λ 4686	N_1 λ 5007	N_2 λ 4959	Источник
AG Дракона	1.00	0.37—0.60	0.22–0.34	0.07—0.18	0.13—0.32	0.55—1.04	—	—	Настоящая работа
NGC 7027	1.00	0.33	0.16	0.24	0.09	0,45	11.70	4.20	[17]
AX Персея	1.00	0.45—0.67	0.28—0.53	0.13–0.47	0.03—0.16	0.46—0.83	0.07—0.50	0.15—0.17	[18,19,20]
CI Лебедя	1.00	0.48—0.80	0.28 - 0.50	0.07- 0.40	0.20	0.50—0.90	—	—	[18,19,20,21]
Пл. туманности . .	1.00	0.37—0.45	0.16—0.22	0.08—0.14	0.07—0.09	—	—[2]	1.71—4.40	[23]

[1] В ряде случаев приведенные для интенсивностей H_ϵ и H_ζ значения включают в себя и интенсивности близких линий λ 3967 [Ne III], 3965 He I и λ 3888 He I.

[2] Интенсивность N_1 должна быть в три раза больше интенсивности N_2.

объектов один и тот же: флюоресценция. В частности можно допустить, что у AG Дракона эмиссионные линии возникают над обращающим слоем, причем необходимая для этого энергия доставляется процессами непосредственного освобождения внутризвездной энергии над этим слоем.

Несмотря на близость относительных интенсивностей эмиссионных линий AG Дракона и „симбиотических" звезд следует подчеркнуть огромное различие между ними в смысле количества энергии, излучаемой в линиях. Эквивалентные ширины эмиссионных линий водорода у некоторых „симбиотических" звезд в десятки раз превышают ширины у AG Дракона. Для примера отметим, что эквивалентные ширины линий H_β, H_γ и H_δ в спектре BF Лебедя 7 июня 1950 г. составляли соответственно 820, 270, 100 и 39A [22]. Небезынтересно отметить, что у Be-звезд, наоборот, эквивалентные ширины эмиссионных линий во много раз меньше, чем у AG Дракона [24].

Таким образом, приходится признать, что переменная AG Дракона в настоящее время составляет интересное исключение среди всех известных объектов с эмиссионными линиями в спектрах.

Можно надеяться, что всестороннее исследование этой звезды позволит вскрыть природу процессов, происходящих в ее атмосфере и приводящих к наблюдаемым особенностям ее спектра. Это будет серьезным шагом вперед и в вопросе об источниках звездной энергии.

Автор выражает глубокую благодарность академику В. А. Амбарцумяну за постоянный интерес к работе и ценные советы при ее выполнении.

Լ. Վ. ՄԻՐԶՈՅԱՆ

AG ՎԻՇԱՊԻ ՍՊԵԿՏՐՈՖՈՏՈՄԵՏՐԻԿ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ

Ամփոփում

1955 թ. Բյուրականում Շմիդտի սիստեմի 8—12" դիտակի և օբյեկտիվ պրիզմայի օգնությամբ ստացված 36 սպեկտրալ լուսանկարների հիման վրա (աղյուսակ 1) ուսումնասիրության է ենթարկված անկանոն փոփոխական AG Վիշապի սպեկտրը՝

λλ3700—4900 տիրույթում։ Գործիքի գծային դիսպերսիան որոշված է A0-աստղերի սպեկտրներում դիտվող ջրածնի կլանման գծերի միջոցով (աղյուսակ 2), իսկ ֆոտոմետրիկ ցուցանիշները նկարահանված են խողովակաձև ֆոտոմետրի վրա՝ կապույտ լույսով։

Անընդհատ սպեկտրի չափումները կատարված են A0 դասի աստղ HD 145258 համեմատությամբ (միայն երկու դեպքում A5 դասի աստղ HD 143253 համեմատությամբ)։ Արդյունքները ներկայացված են աղյուսակի (№ 3) և գրաֆիկի (գծ. 3) օգնությամբ։

Որոշված են մի շարք ճառագայթման գծերի համարժեք լայնությունները (աղյուսակ 4) և հարաբերական ինտենսիվությունները H_β-ի նկատմամբ (աղյուսակ 5)։ Կատարված է համեմատություն սպեկտրում պայծառ գծեր ունեցող այլ օբյեկտների հետ (աղյուսակ 6)։

Բոլոր դիտումները բաժանված են չորս սերիայի՝ ըստ ժամանակի։ Աշխատանքում բերված են համապատասխան մեծությունների միջին արժեքները այդ սերիաների համար։

Ստացված արդյունքների քննարկումը հանգեցրել է հետևյալ հիմնական եզրակացություններին՝

1. AG Վիշապի ճառագայթումը կարճալիքային մասում շեղվում է Պլանկյան ճառագայթումից, այդ մասում ճառագայթման ավելցուկի առկայության իմաստով։

2. Երկարալիքային մասում աստղի ճառագայթումը կարելի է ներկայացնել որպես Պլանկյան 3300—4400° սպեկտրոֆոտոմետրիկ ջերմաստիճանով, որը համապատասխանում է G5—K5 դասերին։

3. Էներգիայի բաշխումը AG Վիշապի անընդհատ սպեկտրում փոփոխվում է ժամանակի ընթացքում։ Այդ փոփոխությունները երբեմն շատ զգալի են կարճալիքային մասում և գրեթե բացակայում են երկարալիքային մասում (I և II սերիաների միջև)։ Սակայն շատ հաճախ փոփոխություններ դիտվում են այդ երկու մասերում միաժամանակ (II և III, III և IV սերիաների միջև)։

4. Այն դեպքում, երբ AG Վիշապի պայծառության փոփոխությունները պայմանավորված են ամրողջովին նրա կարճալիքային ճառագայթման հզորության փոփոխությամբ (I և II սերիաների միջև) էներգիայի բաշխումը աստղի անընդհատ

ակնկալում կարելի է ներկայացնել, որպես երկու տեսակ ճառագայթումների գումար՝ գրեթե հաստատուն դրսևորումով ուղղի տիպի աստղի «նորմալ» ճառագայթման և այնպիսի անընդհատ ճառագայթման, որի հարաբերական բաշխումը միշտ մոտավորապես նույնն է, իսկ բացարձակ ինտենսիվությունը տարբեր։

5. Անընդհատ սպեկտրի փոփոխությունները AG Վիշապի մոտ ուղեկցվում են ճառագայթման գծերի ինտենսիվությունների փոփոխություններով։ Գծերի և անընդհատ սպեկտրի փոփոխությունների կապը բավական բարդ է (գծ. 4)։

6. AG Վիշապի ճառագայթումը հնարավոր չէ բացատրել ջերմային ճառագայթման հայտնի պրոցեսների միջոցով միայն։ Բայց նույնիսկ ենթադրելը, որ AG Վիշապի աստղը կրկնակի է՝ կազմված ջերմ ու սառը բաղադրիչներից, ապա նրա ճառագայթման դիտվող փոփոխությունները բացատրելու համար պետք է ընդունել, որ հիշյալ երկու բաղադրիչն էլ փոփոխական են։

7. Առաջված արդյունքները, համեմատաբար, վկայում են Վ. Հ. Համբարձումյանի կողմից անընդհատ առաջման երևույթի վերաբերյալ զարգացրած գաղափարների օգտին։ Այսինքն պետք է ընդունել, որ AG Վիշապի ճառագայթման դիտվող փոփոխությունները նրա արտաքին շերտերում ներաստղային էներգիայի անմիջական ազատագրման պրոցեսների հետևանք են։ Բացի դրանից, այդ էներգիայի անմիջական ազատագրումը կարող է տեղի ունենալ՝ ինչպես անընդհատ առաջման, այնպես էլ ճառագայթման գծերի էներգիայի և լրացուցիչ ջերմային ճառագայթման ձևով։

ЛИТЕРАТУРА

1. *В. А. Амбарцумян*, Сообщения Бюраканской обсерватории, **13**. 1954.
2. *В. А. Амбарцумян*, К симпозиуму по нестационарным звездам в Дублине, Москва, 1955.
3. *E. Janssen, A. Vyssotsky*, PASP, **55**, 244, 1943.
4. *R. Wilson*, PASP, **55**, 282, 1943.
5. *R. Wilson*, PASP, **57**, 309, 1945.
6. *N. Roman*, Ap. J. **117**, 467, 1953.
7. *H. Johnson, W. Morgan*, Ap. J. **117**, 313, 1953.
8. *А. С. Шаров*, ПЗ, **10**, № 1, 1954.
9. *W. Wenzel*, MVS, № 203, 1955.

10. *А. Д. Бериев*, Бюллетень Сталинабадской обс., № 15, 1956.
11. *Э. Р. Мустель*, Труды ГАИШ, **13**, № 2, 1940.
12. *Л. В. Мирзоян*, ДАН СССР, **105**, 928, 1955.
13. *Н. В. Быстрова*, Диссертация, Ленинград, 1955,
14. *В. П. Цесевич*, Астр. циркуляр, № 167, 23, 1956.
15. *M. Johnson*, Transactions IAU, **8** 839, 1954.
16. *G. Haro, G. Herbig*, Boletin obs Tonanzintla, **12**, 33, 1955.
17. *L. Aller, I. Bowen, R. Minkowski*, Ap. J. **122**, 61, 1955.
18 *P. Merrill*, Ap. J. **77**, 44, 1933.
19. *P. Swings, O. Struve*, Ap. J. **91**, 610, 1940.
20. *Tcheng Mao-Lin, M. Bloch.*, Ann. d Ap. **17**, 6, 1954.
21. *P. Merill*, Ap. J. **111**, 484, 1950.
22 *L. Aller*, Publ Dom. Obs. Victoria, **9**, 321, 1954.
23 *L. Berman*, MN, **96**, 890, 1936.
24. *C. Burbidge, E. Burbidge*, Ap J., **117**, 424, 1953.

[illegible]