

Эволюция спектра Новой HR Дельфина*

Д. Райкова

Мы располагаем серией спектрограмм HR Del, полученных нами в Крымской астрофизической обсерватории. Несколько спектрограмм были предоставлены нам сотрудниками Крымской обсерватории и В. Добричевым. По этому материалу прослеживается эволюция спектра Новой. Качественно показано, что плотность газа в слое образования абсорбционных линий до максимума блеска очень низка.

1. Наблюдательный материал и его обработка

а. Наблюдательный материал

Спектры HR Del получены на дифракционном спектрографе 1,22-метрового телескопа Крымской астрофизической обсерватории и имеют среднюю дисперсию $14 \text{ \AA}/\text{mm}$ и $37 \text{ \AA}/\text{mm}$. Данные о них приводятся в табл. 1. При дисперсии $37 \text{ \AA}/\text{mm}$ охватывается диапазон спектра от 3600 до 5000 \AA , а при дисперсии $14 \text{ \AA}/\text{mm}$ — диапазоны 3600—4350 \AA и 4230—4900 \AA .

Спектр сравнения (лампы с полым катодом — Fe + Ne) изобилует линиями в ультрафиолете, но при $\lambda > 4528 \text{ \AA}$ есть только несколько слабых линий, которые не всегда видны на пластинках.

Калибровочные спектры снимались на лабораторном спектрографе ИСП-51 со ступенчатым ослабителем с девятью степенями, последняя из которых контрольная.

б. Регистрация спектров

Спектры были записаны в почернениях на микрофотометре „Лирефо-2“. Спектры со средней дисперсией $14 \text{ \AA}/\text{mm}$ записаны с увеличением в 75 раз, а с дисперсией $37 \text{ \AA}/\text{mm}$ — в 100 раз. При таком масштабе записей хорошо видны все детали, которые разделяются на пластинках при данной дисперсии, и можно достаточно точно измерять эквивалентные ширины и смещение линий.

* В этой статье используется астрофизическая единица длин волн ангстрем; $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$.

Таблица 1

Номер спектра	Дата (UT)	Калиманский день	Пластика	Дисперсия (Å/mm)	Ширина щели спектрографа (mm)	Ширина спектра (mm)	Время экспозиции
	1967	2439 ...					
126a	13. VII	685,46	OaJ	37	0,3	0,4	20 ^м
131	18. VII	689,52	OaO	14	0,2	0,6	36
132	18. VII	689,54	OaO	14	0,2	0,6	40
132e	24. VII	696,35	OaO	37	0,3	0,5	16
149	30. VII	702,43	OaO	14	0,2	0,6	45
150	30. VII	702,46	OaO	14	0,2	0,6	1ч00 ^м
167	7. VIII	710,48	OaO	14	0,2	0,6	1ч31
168	8. VIII	710,55	OaO	14	0,2	0,6	1ч33
168a	9. VIII	711,58	OaO	37	0,3	0,4	15
255	26. VIII	729,27	OaO	14	0,2	0,8	1ч05
256	26. VIII	729,33	OaO	14	0,2	0,8	1ч25
294	3. IX	737,31	OaO	14	0,2	0,8	1ч05
295	3. IX	737,36	OaO	14	0,2	0,8	1ч15
312	7. IX	741,28	OaO	14	0,2	0,8	1ч30
313	7. IX	741,34	OaO	14	0,2	0,8	1ч10
313a	15. IX	749,23	OaJ	14	0,2	0,6	1ч00
313б	15. IX	749,29	OaJ	14	0,2	0,6	1ч30
313в	22. IX	756,34	OaO	37	0,3	0,5	40
313г	30. IX	764,28	OaO	14	0,3	0,5	1ч10
313д	30. IX	764,33	OaO	14	0,3	0,5	50
405	25. X	789,18	OaO	14	0,2	0,6	55
406	25. X	789,22	OaO	14	0,2	0,6	55
474	1. XI	796,28	OaJ	14	0,2	0,6	27
475	1. XI	796,30	OaJ	14	0,2	0,6	30
	1968						
571	1. I	857,15	HaO	37	0,2	0,7	40
609	23. II	909,65	HaO	37	0,15		30
692	30. III	945,56	HaO	37	0,2	0,7	40
741	17. IV	963,57	OaO	37	0,2	0,8	40
757	23. IV	969,58	HaO	37	0,2	0,8	20
800	8. V	984,56	OaO	37	0,15	0,8	30
	2440 ...						
842	26. V	002,52	OaO	37	0,15	0,7	1ч20
863	7. VI	014,51	OaO	37	0,2	0,6	1ч15
881	27. VI	035,43	OaO	37	0,2	0,7	1ч37
902	11. VII	049,45	OaO	37	0,2	0,7	1ч19
916	19. VII	056,50	OaO	37	0,2	0,7	1ч20
921	28. VII	066,39	OaO	37	0,2	0,7	1ч15
924	1. XI	162,33	ZU2	37	0,3	0,6	45

После многочисленных проб оказалось, что оптимальная ширина щели микрофотометра, при которой сглаживается „шум“ зерна эмульсии и еще не теряются детали спектра на записях, равна 0,25 mm. Все спектры были записаны при такой ширине щели, за исключением спектра № 609, который снят при более узкой щели спектрографа и на котором на глаз видно расщепление линий на множество очень резких компонент.

Поскольку профили линий дают информацию как о движениях выбрасываемого газа, так и о физических условиях в нем, необходимо учитывать влияние инструментального профиля на наблюдаемые профили на каждом спектре. На наших записях ширина инструментального профиля определяет-

Таблица 2

Щель спектрографа (mm)	0,2	0,3	0,2	0,3	0,15
Дисперсия (Å/mm)	14	14	37	37	37
Увеличение при записи	75×	75×	100×	100×	100×
Инструментальный профиль (Å) — по спектру сравнения	0,50	0,75	1,20	1,40	1,15
Инструментальный профиль (Å) — по межзв. К-линии	0,47	0,70	1,14		1,14

ся главным образом шириной щели микрофотометра. Мы оценили ширину инструментального профиля по полуширине узких и резких (в основном слабых) линий спектра сравнения (имеется в виду ширина линии на уровне, соответствующем половине центральной интенсивности). Независимый способ определения инструментального профиля позволяет К-линия межзвездного кальция. В первые дни после вспышки Новой широкая интенсивная линия поглощения оболочки сильно смещена в фиолетовую сторону, и межзвездная Ca II К-линия лежит на крыле эмиссионной линии оболочки, разделяясь достаточно хорошо. То же самое наблюдается на спектрах после максимума блеска.

При температуре межзвездного газа доплеровская ширина К-линии очень мала, и мы можем считать ее весьма узкой. Но на спектрах с дисперсией 2,3 Å/mm Хатчингс (1970а) обнаружил, что она расщепляется на две компоненты, смещения которых соответствуют скоростям —0,7 и —9,8 km/s. В шкале длин волн расстояние между ними составляет 0,12 Å, что намного ниже разрешения наших пластинок [на спектрах с дисперсией 9,6 Å/mm компоненты уже не разделяются (Ференбак, Петит, 1969)]. Поэтому на наших спектрах межзвездная К-линия должна иметь чисто инструментальный профиль.

Оценки ширины инструментального профиля (в Å), полученные обоими способами, приведены в табл. 2. На спектре № 609, который был записан со щелью 0,15 mm, ширина инструментального профиля составляет 0,75 Å.

Спектр сравнения записывался с помощью возврата бумаги после записи спектра звезды. Совпадение длин волн на обеих записях считалось удовлетворительным, если относительное смещение их концов не превышало 0,5 mm. Весь спектр записывался непрерывно, что облегчает проведение уровня континуума.

в. Отождествление линий

Поскольку эмиссионные линии практически не смещены и на большинстве спектров резки и узки (Райкова, 1978), они отождествлялись сразу с помощью таблиц Мур (1959). Абсорбционные линии отождествлялись с учетом доплеровского смещения, определенного сначала по характерным линиям — например, водородным, Fe II 4923 Å, Ti II 3900 Å, Ti II 3913 Å в ранних фазах.

г. Измерение лучевых скоростей

Обычно считается, что при измерении лучевых скоростей по записям точность меньше, чем при измерениях прямо по пластинкам. Конкретно в случае новых звезд измерение лучевых скоростей по регистраграммам имеет нео-

споримые преимущества, а иногда является единственно возможным по следующим соображениям:

1. При наличии эмиссии линии поглощения могут быть асимметричными, и визуально трудно определить центр линии.

2. Переналожение абсорбционных линий с эмиссионными компонентами соседних линий тоже может заметно „сместить“ центры некоторых линий. В разных моментах (в зависимости от скорости выбрасываемого газа) будут искажаться разные линии.

3. Расщепления линий поглощения и структуры эмиссионных линий не всегда можно обнаружить визуально, а на записи все это достаточно четко видно. Так, например, на спектрах № 405 и № 406 сильные линии Ti II выглядят просто широкими, и только на записях можно увидеть расщепление на три компоненты одинаковой интенсивности с небольшими разностями лучевых скоростей.

4. При расщеплении на компоненты с большими разностями скоростей только на записи можно разобраться в том, какая линия какому атому принадлежит, и отыскать чистые от бленд линии или хотя бы отдельные их компоненты для определения радиальных скоростей.

Ввиду сказанного, измерения по записям не только искупают теоретическое уменьшение точности определения радиальных скоростей, но, по нашему мнению, являются значительно более адекватными.

Точность наших определений лучевых скоростей зависит от разрешения пластинки (дисперсии), от ширины абсорбционных линий и от числа измеренных линий. При дисперсии $14 \text{ \AA}/\text{mm}$ и узких линиях среднее арифметическое отклонение от среднего значения V_r составляет $\pm 9 \text{ km/s}$, а при широких линиях оно достигает $\pm 15 \text{ km/s}$. При дисперсии $37 \text{ \AA}/\text{mm}$ точность в пределах $12\text{--}18 \text{ km/s}$. В более поздних стадиях, когда радиальная скорость определялась только по сильным линиям водорода, ошибка выше и может достигнуть $\pm 30 \text{ km/s}$.

д. Проведение уровня непрерывного спектра

Уровень континуума новых звезд проводится проще всего на спектрах в максимуме блеска. И здесь возникают обычные проблемы, существующие и для нормальных звезд — найти участки, свободные от линий, усреднить „шум“ зернистости эмульсии и т. д.

В предмаксимальной стадии HR Del линии водорода и ионизованных металлов дают эмиссию, влияние которой на искажение непрерывного спектра Новой в июле значительно больше, чем влияние линий поглощения. После выяснения того, какие линии действительно наблюдаются в эмиссии, нам удалось на каждом спектре отыскать небольшие участки, свободные от абсорбционных и эмиссионных линий. В фиолетовом конце спектра блендируются сильные линии Ti II, Sr II, V II и бальмеровские линии водорода. Все они наблюдаются также и в эмиссии, и провести уровень континуума при $\lambda < 3800 \text{ \AA}$ невозможно.

После максимума блеска проведение уровня непрерывного спектра намного сложнее из-за наличия нескольких компонент абсорбционных линий с довольно большими смещениями и соответствующих им широких эмиссий. При развитом орионовом спектре уровень континуума проводится менее уверенно и иногда довольно приблизительно. В небулярной стадии уровень непрерывного спектра проводился по самым низким участкам записи, как рекомендуется в статье Барташ, Боярчука (1965).

2. Спектр поглощения HR Del до максимума блеска

В первые дни после вспышки спектр поглощения Новой характеризуется широкими бесструктурными линиями, смещенными в фиолетовую сторону. 13 июля 1967 г. это смещение соответствует скорости — 630 км/с. В наблюдаемой нами спектральной области не только на этом спектре, но и за все время предмаксимальной стадии самыми сильными являются линии К и Н ионизованного кальция. На всех спектрах этого периода их остаточная интенсивность в ядре равна нулю. В спектре доминируют линии бальмеровской серии водорода и сильные линии ионизованного железа. Линии Cr II также присутствуют, интенсивен мультиплет 44. Ионизованный титан представлен только самыми сильными линиями. Даже такие линии, как Ti II 3900 Å и Ti II 3913 Å, слабы по сравнению с линиями Fe II.

Наблюдаются также линии с высокой энергией возбуждения нижнего уровня элементов Si II (3856 Å, 3862 Å, 4130 Å), Mg II (дублет 4481 Å интенсивен), O I (4368 Å). Сильных линий нейтрального железа мультиплета 43 (4045 Å, 4063 Å, 4143 Å) не наблюдается. Линии мультиплетов 4, 20 и 45 в диапазоне 3820—3828 Å может быть и присутствуют, но они очень слабы — на пределе разрешения. Линий Sc II, V II, Sr II, Zr II, Ca I не наблюдается. Отсутствие линий этих атомов отмечено также Ференбаком и др. (1967).

Такой же характер имеет спектр 18 июля, только смещение линий меньше (—557 км/с). Заметно усилились линии Ti II. Определенно наблюдаются линии Sc II мультиплетов 7, 14 и 15. Уже заметны самые сильные линии Fe I.

24 июля линии Ti II уже сравнимы по интенсивности с линиями Fe II и Cr II. Спектр постепенно изменялся к более позднему типу. 30 июля наблюдалась линия Zr II 4048 Å, а линии Sc II и Fe I усилились. На спектрах 8 и 9 августа 1967 г. уже появились все линии, которые наблюдаются до максимума блеска. Они стали также более резкими, их смещение соответствует —400 км/с. Дальше, в предмаксимальной стадии, спектр поглощения не менялся, что касается представленных в нем ионов.

От момента вспышки до около 20 августа 1967 г. температура эффективной фотосферы Новой почти постоянна ~8200 К (Райкова, 1985). Отсутствие линий с низкой энергией ионизации в июле и их появление только в августе, по-видимому, обусловлено ионизацией этих атомов ультрафиолетовым избытком излучения в июле, о котором говорят наблюдения Лендермана, Пугача (1970) и Ямашиты (1975).

В начале сентября наблюдалось большое усиление линий V II. В сентябре и октябре после линий Ca II самые сильные линии в спектре — это линии Ti II и Fe II. Усилены также линии Sr II (4077 Å и 4215 Å). Водородные линии слабее. На спектре 22 сентября H_δ и H_β сравнимы по интенсивности с линиями Sr II.

Ослабление бальмеровских линий водорода в сентябре имеет абсолютный характер. 9 августа эквивалентная ширина H_δ равна 2,18 Å, а 22 сентября — 1,44 Å; для H_β имеем соответственно 3,13 и 1,65 Å. Наверное, ослабление водородных линий обусловлено понижением температуры возбуждения в слое образования линий (Райкова, 1977). Само понижение температуры является следствием повышения интенсивности непрерывного выброса газов Новой к концу августа и вызванного им увеличения геометрической толщины слоя образования линий.

Так как абсорбционный спектр HR Del классифицирован 12 июля 1967 г. как A1 II, 26 августа как F 0III (Хатчингс, 1970 в) и 26 октября как

F51a (Азимов и др., 1968), мы сравнили спектры Новой со спектрами α Persei (F 51 b) и α Cygni (A21a), полученными В. Добричевым на том же телескопе Крымской обсерватории и записанными при тех же условиях. На спектрах HR Del абсорбционные линии являются самыми резкими 8 и 9 августа, а также 26 августа и 22 сентября. Даже на этих спектрах линии Новой шире линий обоих сверхгигантов. Водородные линии в спектре HR Del до максимума блеска имеют широкие ядра и слабо развитые крылья. Свободным от бленд и неискаженным соседней эмиссией является только фиолетовое крыло H_{δ} . Мы приводим его ширину, измеренную по спектрам с дисперсией 14 Å/mm, на которых нет расщепления линий:

4,3 Å — 18 июля, 30 июля, 8 августа 1967 г.;

3,4 Å — 26 августа 1967 г.

По нашим записям ширина крыла H_{δ} составляет 13,4 Å у α Per и 6,8 Å у α Cyg. По атласу Хилтнера, Уильямса (1946) она соответственно 13,6 и 7,1 Å. Поскольку расширение водородных линий (крыльев) обусловлено главным образом эффектом Штарка и сильно зависит от плотности газа, это качественное сравнение показывает, что слой образования линий в выбрасываемом Новой газе в предмаксимальной стадии характеризовался очень низкой плотностью.

С момента вспышки до 26 августа 1967 г. абсорбционные линии в спектре HR Del были однокомпонентными. Их доплеровское смещение постепенно уменьшалось. Кроме основной компоненты с уменьшающейся скоростью 26 августа появляются короткоживущие компоненты со скоростями —184 и —242 km/s. В начале сентября они усиливаются, проходят через максимум интенсивности и к середине месяца исчезают. Аналогичное явление наблюдается позднее, но короткоживущие компоненты в октябре и ноябре имели скорости, больше скорости основной компоненты, которая с середины сентября перестала убывать и составляла —230 km/s. Системам линии поглощения в предмаксимальном спектре HR Del и их интерпретации в свете гипотезы о непрерывном выбросе газов нами посвящена отдельная работа (Райкова, 1979).

При измерении лучевых скоростей, особенно по большому числу линий, мы сделали специальную попытку обнаружить зависимость V_r от энергии возбуждения нижнего уровня линий и от состояния ионизации. Никакой тенденции, однако, не было замечено. Тем не менее Шумейко и др. (1975) считают, что радиальная скорость зависит от энергии возбуждения. Но по их же данным, опубликованным в более подробной статье (Бартл, Шумейко, 1975), такой зависимости мы не обнаружили.

Подобным же образом была сделана попытка обнаружить зависимость скоростей, измеренных по линиям водорода, от номера линии в серии Бальмера. Скорости, определяемые по водородным линиям, в пределах точности измерений тоже одинаковы для данной даты и равны скоростям, определенным по линиям металлов. Это хорошо видно также и из данных Хатчингса (1970a). Отсюда следует, что в пределах слоя образования линий нет заметного градиента скорости, который наблюдался у некоторых новых (Пэйн-Гапошкин, 1957). Для любой мыслимой структуры квазистационарной оболочки HR Del, образованной непрерывно выбрасываемым газом, плотность должна убывать наружу. Поскольку водород самый обильный элемент и первые члены бальмеровской серии имеют сравнительно большие силы осцилляторов, то в их образование могут вносить вклад и внешние малоплотные слои оболочки. Отсутствие градиента радиальной скорости у водородных линий является указанием на то, что на довольно больших

расстояниях от эффективной фотосферы газ, покидающий звезду, имеет постоянную скорость.

Четыре резких абсорбционных компоненты К-линии с большими смещениями, о которых сообщают Ференбак, Петит (1969) и Хатчингс (1970 а, b), разделяются только на некоторых из наших спектров.

Эмиссионные линии в предмаксимальном спектре HR Del имеют двухкомпонентную структуру. На обычную эмиссию типа P Cygni накладывается резкая эмиссионная компонента, поведение которой показывает, что она образовалась в другом месте (Райкова, 1978).

3. Спектр HR Del после максимума блеска

После максимума блеска в спектре Новой наблюдались как линии предмаксимального спектра ($V_r \approx -280$ km/s) и главного спектра ($V_r \approx -430$ km/s), так и линии с большими смещениями. Эмиссионные линии водорода и ионизованных металлов стали очень интенсивными и показывали структуру.

Наш первый спектр после максимума получен 1 января 1968 г., а последний — когда Новая была уже в небулярной стадии. Спектры снимались нерегулярно и только с дисперсией $37 \text{ \AA}/\text{mm}$. На рис. 1 показаны профили H_β (в почернениях) по нашим спектрам. Измеренные лучевые скорости по абсорбционным линиям водорода даны в табл. 3.

В период декабрь 1967 г. — май 1968 г. колебания блеска HR Del (Райкова, 1985) сопровождались большой эруптивной активностью. Об этом говорит тот факт, что в спектре поглощения появлялись короткоживущие системы линий со смещениями больше смещения линий главного спектра. Проследить развитие этих систем по нашим спектрам невозможно. Согласно Хатчингсу (1970а), характерное время существования этих систем порядка нескольких недель.

Что касается представленных в спектре атомов, в этот период наблюдались линии водорода, Si II, ионизованных металлов. Исключение составляет только спектр 23 февраля 1968 г. Кроме линий водорода, на этом спектре наблюдаются линии высокого возбуждения NII (3995 \AA , 4803 \AA и др.), OII (4673 \AA , 4676 \AA), CII (4267 \AA), HeI (4026 \AA , 4471 \AA , 4921 \AA). Эти линии хорошо выделяются в эмиссии, а в абсорбции удалось выделить весь набор компонент только у линий HeI. У некоторых линий вовсе не видно абсорбции. Линии ионизованных металлов очень слабы. Сильная линия FeII 4233 \AA , например, почти не видна в абсорбции. У К-линии CaII абсорбционные компоненты очень слабы, эмиссия тоже.

По-видимому, характер спектра 23 февраля обусловлен временным повышением температуры излучения. Если допустить, что газ в протяженной оболочке нагревался только столкновениями атомов, выброшенных в разное время с разными скоростями, то в системе главного спектра можно было бы ожидать наличие линий низкого возбуждения.

На спектрах 1 января и 23 февраля 1968 г. наблюдалась компонента, соответствующая скорости -280 km/s, которая, может быть, образуется в газе, выброшенном во время подъема блеска к максимуму (5—13 декабря 1967 г.) На спектре 6 декабря 1967 г., запись которого была предоставлена нам Л. Антиповой, были измерены скорости -315 km/s (слабая компонента), -230 km/s (система линий, обусловленная газом непрерывного выброса до максимума блеска) и -280 km/s. Последняя скорость соответствует самой интенсивной компоненте и, вероятно, обусловлена газом главной обо-

лочки; в классической терминологии она и представляет собой предмаксимальную систему линий (Мустель, 1948).

Линии главного спектра сначала были резкими и интенсивными, а потом медленно ослабели и перестали наблюдаться во второй половине июля 1968 г.

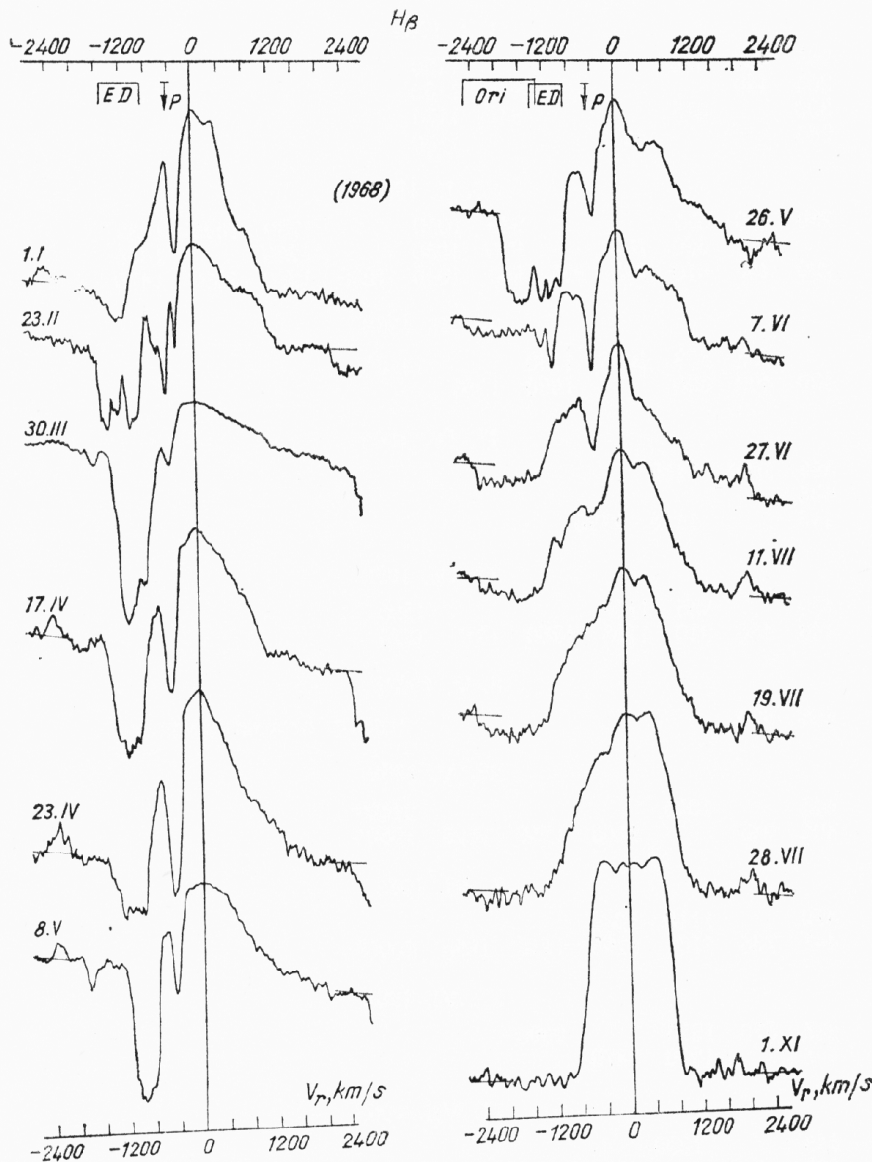


Рис. 1

Самая устойчивая из всех компонент абсорбционных линий, наблюдавшихся до конца мая 1968 г., соответствует скорости около 1100 km/s и, по-видимому, эта скорость соответствует непрерывному истечению газов в этом периоде. Исключая короткоживущие компоненты, можно считать, что компоненты, соответствующие скоростям в интервале 1000—1280 km/s, представляют собой систему диффузно-искрового спектра. Они интенсивны до 26 мая, 7 июня уже слабы и видны только у линий водорода.

Таблица 3

Линия	-V _r km/s									
1. I. 1968										
H ₈	265	420	650							1150
H _δ	265	440				945	1160			
H _γ	300		615			947	1175			
H _β	280			865			1180			
23. II. 1968										
H _δ	280	470	655			945	1050	1230	1385	1435
H _γ			660	790		970	1050	1260		1435
H _β	290	465	610	765	925	965	1040	1090	1270	1390
30. III. 1968										
H _δ		485	859	1023	1130		1415*			
H _β	420	460	850		1090	1285				
17. IV. 1968										
H _δ	395	1005	1135							
H _γ	435									
H _β	445		1115	1490						
23. IV. 1968										
H _δ	420		955	1105			1595			
H _β	420	460	910	1105	1360	1515	1575			
8. V. 1968}										
H _β	435	820								
(спектр переэкспонирован)										
26. V. 1968										
H _δ	445		1010				2160*			
H _β	405	945		1105	1250	1625	1950*			
7. VI. 1968										
H _δ	470		1110	1280						
H _β	445	735	1105	1265	1415	1690	2000*			
27. VI. 1968										
H _δ	465	570	1295		2000*					
H _β	445		1270	1870						
11. VII. 1968										
H _δ	515		1330							
H _β	505	1015		1835	2000*					
19. VII. 1968										
H _β	530	1835	2015*							
1. XI. 1968										

± 440 — по внешним пикам эмиссионных линий
 ± 105 — по внутренним пикам эмиссионных линий

* Фиолетовая граница широкой абсорбционной компоненты.

26 мая линии ионизованных металлов очень слабы или отсутствуют в абсорбции, но у них четко видна узкая эмиссия (Райкова, 1978). На спектре, полученном для этой даты, у водорода появилась широкая компонента поглощения, фиолетовой границе которой соответствует скорость около 2000 km/s.

7 июня компоненты диффузно-искрового спектра слабы, наблюдаются неглубокие полосы в пределах 1300—2000 km/s. Появились типичные для орионова спектра линии OII, NII, SII, HeI, которые уверенно отождествляются в эмиссии, но в их абсорбциях разобраться невозможно.

Линии диффузно-искрового спектра мы наблюдали в последний раз 27 июня, 28 июля и линии поглощения орионова спектра почти исчезли. В этом спектре впервые мы наблюдали запрещенные линии OIII. Они сравнительно интенсивны [OIII] 4363 Å сравнима с H γ . В интенсивной полосе эмиссионных линий OII и NII около 4640 Å уже выделяются линии NIII 4640 Å и 4641 Å.

Спектр 1 ноября 1968 г. типично небулярный. Линии показывают четырехвершинную структуру. Внешние пики интенсивнее у разрешенных линий, а внутренние — у запрещенных.

Орионов спектр мы наблюдали впервые при $m_{\max} + 2^m$, 5, а полосу NIII „4640“ — при блеске $m_{\max} + 3^m$, 5. Хотя очень длительная предмаксимальная стадия и уникальные особенности эмиссионного спектра характеризуют HR Del как пекулярную новую, моменты появления орионова спектра и азотной эмиссионной полосы „4640“ в общем соответствуют развитию спектра классических новых.

Автор выражает благодарность руководству Крымской астрофизической обсерватории за предоставленную нам возможность получить наблюдательный материал по Новой. Мы благодарим также сотрудников обсерватории Т. Рачковскую и Э. Витриченко и нашего коллегу В. Добричева за предоставленные нам спектрограммы.

Литература

- Азимов, С. М., Г. В. Ахундова, М. Б. Бабаев. 1968. Астр. циркуляр, № 458.
 Барташ, Т. М., А. А. Боярчук. 1965. Изв. КрАО, **33**, 173.
 Бартл, Шумейко (Bartl, E., E. Szumiejko). 1975. Acta Astronomica, **25**, 265.
 Лендерман, Е. И., А. Ф. Пугач. 1970. Астрометрия и астрофизика, **9**, 42.
 Мур (Moore, Ch. E.). 1959. Revised Multiplet Tables of Astrophysical Interest, N. B. S., USA.
 Мустель, Э. Р. 1948. Изв. КрАО, **1**, ч. 2, 91.
 Пэйн-Гапошкин (Payne-Gaposkin, C.). 1957. The Galactic Novae, North-Holland Publ. Co., Amsterdam.
 Райкова, Д. 1977. Астрон. журнал, **54**, 55.
 Райкова, Д. 1978. Астрон. журнал, **55**, 540.
 Райкова, Д. 1985. Астрофиз. иссл., БАН, **4**, 3.
 Райкова, Д. 1979. Доклады БАН, **32**, 273.
 Ференбак и др. (Fehrenbach, Ch., Y. Andriolat, M. Bloch). 1967. C. R. Acad. Sci., Paris, **265**, 583-B.
 Ференбак, Петит (Fehrenbach, Ch., M. Petit). 1969. Astronomy and Astrophysics, **1**, 409.
 Хатчингс (Hutchings, J. B.). 1970a. Publ. Domin. Astrophys. Obs. Victoria, **13**, 347.
 Хатчингс (Hutchings, J. B.). 1970b. Publ. Domin. Astrophys. Obs. Victoria, **13**, 397.
 Хилтнер, Уильямс (Hiltner, W. A., R. C. Williams). 1946. Photometric Atlas of Stellar Spectra, Ann Arbor, Univ. of Michigan Press.
 Шумейко и др. (Szumiejko, E., T. Jarzebowski, E. Bartl). 1975. Variable Stars and Stellar Evolution, Ed. V. Sherwood and L. Plant, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht-Holland/Boston — USA, 345.
 Ямашита (Yamashita, Y). 1975. Ann. Tokyo Astr. Obs., Sec. Ser., **15**, 1.

Evolution of the Nova HR Delphini Spectrum

D. Raikova

(Summary)

The evolution of the HR Delphini spectrum from the discovery of the nova to the nebular stage is described. Spectra of dispersion 14 Å/mm and 37 Å/mm, taken on the 1.22-meter Crimean telescope, have been used.

The measured radial velocities in the premaximum stage do not show any velocity gradient, as well as the Balmer lines. This indicates the constancy of the outflowing gas velocity far away from the effective photosphere. The weakness of the hydrogen line wings (relatively to α Per and α Cyg ones) is explained by the low density of the line formation layer. The weakening of the hydrogen lines in September 1967 is pointed out.

The presence of high-excitation lines in February 1968 and their later disappearance are explained by a temporary increasing of the effective photosphere temperature, probably connected with the enhanced eruptive activity in that period.

The radial velocities after the light maximum are given.

*Секция астрономии с Национальной
астрономической обсерваторией,
Болгарская академия наук*

Поступила 20. III. 1979 г.