

Переменные звезды 20, 1-12, 1975
Variable Stars 20, 1-12, 1975

**Узкополосные фотоэлектрические наблюдения затменно-двойной
 звезды типа Вольфа-Райе V444 Cyg в эмиссионных линиях He II 4686,
 (He II + H α) 6563, NIV 7112**

Х. Ф. Халиуллин, А. М. Черепашук

Приведены индивидуальные наблюдения интенсивностей эмиссионных линий He II 4686, (He II + H α) 6563, NIV 7112 в системе V444 Cyg (60-70 наблюдательных ночей, по ~ 400 измерений). Даны также средние кривые изменения интенсивностей указанных эмиссий. Приведены результаты исследования узкополосного электрофотометра с интерференционными клиновыми фильтрами (Черепашук и др., 1973).

**Narrow-Band Photoelectric Observations of the Wolf-Rayet Eclipsing
 Binary V444 Cyg in the Emission Lines HeII 4686, (HeII+H α) 6563, NIV 7112
 by Kh. F. Khaliullin, A. M. Cherepashchuk**

The individual observations of emission lines intensity HeII 4686, (He II + H α) 6563, NIV 7112 in the system V444 Cyg are presented in Tables 1-3 (60 nights, about 400 measurements for each λ). The observations are reduced in a summary intensity curves with the orbital elements (figure 6). The results of investigation of narrow-band photometer with wedge interference filters (Cherepashchuk et al., 1973) are given.

Затменная система V444 Cyg (WN5+O6) весьма перспективна для исследования структуры оболочки звезды типа Вольфа-Райе (WR). В связи с этим, представляют большой интерес фотометрические исследования этой системы в частотах различных линий.

Первые фотоэлектрические наблюдения V444 Cyg в эмиссионной линии He II 4686 выполнены в работе Черепашука (1967): В 1968 году появилась важная работа Кухи (1968), в которой были получены кривые изменения интенсивностей 11 эмиссионных полос в спектре V444 Cyg на сканирующем электроспектрофотометре. Однако наблюдения Кухи охватывают не все фазы кривой блеска (в основном один, вторичный, минимум). Кроме того, наблюдения Кухи получены для небольшого числа полных периодов системы. Все это не позволяет отделить влияние эффектов близости компонент от эффектов затмения и не позволяет делать заключения о физической переменности системы V444 Cyg. Для корректного исследования структуры оболочки WR в системе V444 Cyg в частотах линий (в частности, для выявления структуры стра-

тификации) необходимо иметь, во-первых, наблюдения различных линий, охватывающие, возможно, большее число орбитальных периодов системы (чтобы подавить влияние физической переменности); во-вторых, эти наблюдения должны охватывать все фазы орбитального периода (это необходимо для выявления эффектов близости); в-третьих, необходимо учесть эффекты селективного поглощения в оболочке WR (Халиуллин и Черепашук, 1976).

В настоящей работе определены интенсивности трех эмиссионных линий: He II 4686, (He II + N₂) 6563, N IV 7112 практически для всех фаз орбитального периода и охватывающие большое число периодов (60 + 70 наблюдательных ночей, по ~400 индивидуальных измерений). Это позволяет рассчитывать на хорошее усреднение физических флуктуаций и выделение регулярной составляющей в изменениях интенсивностей эмиссионных линий с фазой орбитального периода.

1. Используемая аппаратура.

Использовался узкополосный электрофотометр на счете фотонов с интерференционными клиновыми фильтрами (ИКФ), описанный в работе Черепашук и др. (1973). Фотометр работает с тремя образцами ИКФ, охватывающих спектральные интервалы: $\lambda\lambda$ 4200–4800 Å, $\lambda\lambda$ 5650–6920 Å, $\lambda\lambda$ 6700–8200 Å. Исследование этих ИКФ было проведено в лаборатории Крымской станции ГАИШ в условиях, максимально близких к рабочим на телескопе. Для этой цели электрофотометр вместе со своей регистрирующей аппаратурой был подвешен к спектрометру СФ-4, который в данном случае служил только в качестве монохроматора. После щели спектрометра была установлена корректирующая линза с тем, чтобы на плоскость диафрагмы фотометра падал монохроматический пучок лучей с такой же непараллельностью, как и при работе на телескопе ($\sim 1/16$). Ширина выходной щели спектрометра соответствовала интервалу длин волн 1–2 Å, в зависимости от области спектра. С этой аппаратурой были получены все характеристики использованных в работе ИКФ (см. рис. 1 + 4). Особо следует подчеркнуть важность получения зависимости эффективной ширины контура пропускания ИКФ от диаметра пучка лучей, пересекающего ИКФ:

$$\Delta\lambda = \int_0^{\infty} \frac{T(\lambda)}{T(\lambda_0)} d\lambda .$$

Здесь T — коэффициент пропускания, а λ_0 — длина волны, соответствующая максимуму пропускания. Существование такой зависимости для ИКФ, в отличие от обычных интерференционных фильтров, обусловлено смещением λ_0 вдоль ИКФ (см. рис. 3). Обозначим через $T_1[\lambda, l(\lambda_0)]$ пропускание ИКФ в длине волны λ , соответствующее бесконечно малой ширине пучка лучей, пересекающего ИКФ в точке с координатой $l(\lambda_0)$. Среднее весовое пропускание в данной λ для всего пучка лучей выразится формулой:

$$T(\lambda, \Delta S) = \frac{1}{\Delta S} \iint_{\Delta S} T_1[\lambda, l(\lambda_0)] ds , \quad (1)$$

где ΔS — площадь светового пятна на ИКФ, ds — элемент площади этого пятна. Тогда для эффективной ширины полосы пропускания ИКФ имеем выражение:

$$\Delta\lambda = \frac{1}{T(\lambda_0, \Delta S)} \int_0^\infty \left[\frac{1}{\Delta S} \iint_{\Delta S} T_1[\lambda, l(\lambda_0)] ds \right] d\lambda. \quad (2)$$

Для любого ΔS значения $\Delta\lambda$ могут быть получены численным интегрированием контуров $T_1[\lambda, l(\lambda_0)]$. Поскольку ΔS однозначно определя-

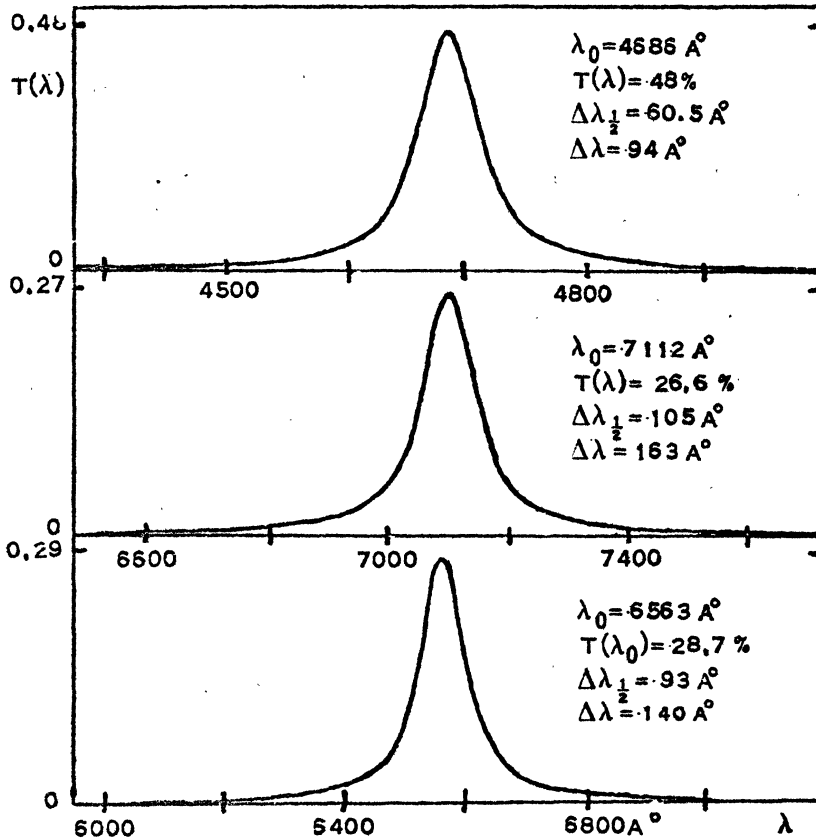


Рис. 1. Контуры полос пропускания ИКФ в области $\lambda_0 = 4686, 7112, 6563 \text{ \AA}$.

ются известными геометрическими параметрами фотометра и телескопа, а также диаметром изображения звезды (туманности) d , то можно определить зависимость $\Delta\lambda$ от d . Результаты проведенных вычислений для трех телескопов Крымской станции ГАИШ и двух использованных нами ИКФ приведены на рис. 4. Нами была проведена эмпирическая проверка вычислений зависимости, изображенной на рис. 4, на основе имитации звездных изображений диафрагмами различных диаметров. Точки (с обозначениями среднеквадратичных ошибок) на рис. 4 представляют результаты этой проверки, проведенной для одного ИКФ. Изменение $\Delta\lambda$ с d является главным недостатком ИКФ, поскольку определение интенсивностей линий при дифференциальных

узкополосных наблюдениях, очевидно, предполагает постоянство $\Delta\lambda$, и относительная ошибка в определении интенсивности монохроматической

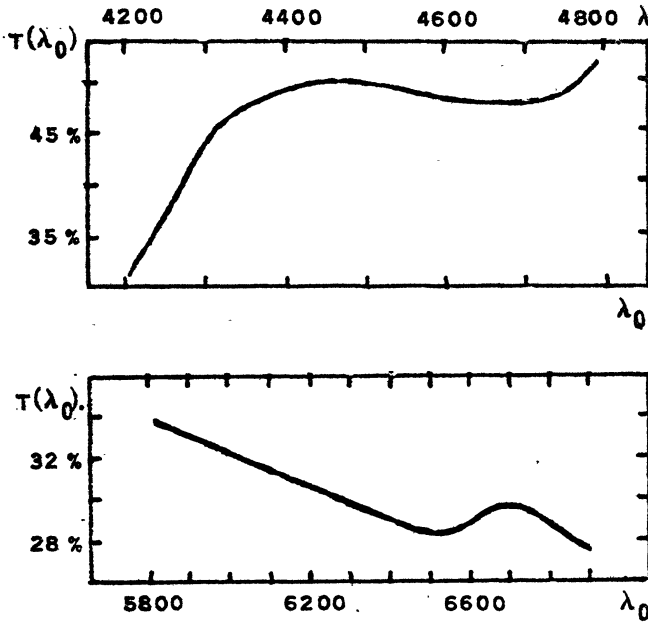


Рис. 2. Зависимость коэффициента пропускания $T(\lambda_0)$ от длины волны в максимуме пропускания λ_0 . Вверху — ИКФ $\lambda\lambda 4200-4800$, внизу — ИКФ $\lambda\lambda 5650-6920$.

кой линии пропорциональна ошибке в $\Delta\lambda$. Из рис. 4 можно сделать вывод, что в случае работы на телескопах АЗТ-14 и "Цейсс" можно пренебречь зависимостью $\Delta\lambda$ от d : при изменении диаметра изображения звезды на $\pm 2''$, $\Delta\lambda$ изменяется только на $\pm 0.5\%$. Однако использование ИКФ при работе на ЗТЭ (рассматривалась система Кассегрена с фокусным расстоянием 21 м) требует осторожности, поскольку при тех же изменениях d ($\pm 2''$) $\Delta\lambda$ меняется на $\pm 1.5\%$, что уже влияет на качество фотоэлектрических измерений. Поэтому при работе на ЗТЭ необходим независимый контроль стабильно-

сти полосы пропускания ИКФ с помощью наблюдений линий в спектрах планетарных туманностей с малыми угловыми размерами (см., например, Лютый и Черепашук, 1974). Такие наблюдения позволяют обнаружить изменения эффективной ширины полосы пропускания ИКФ,

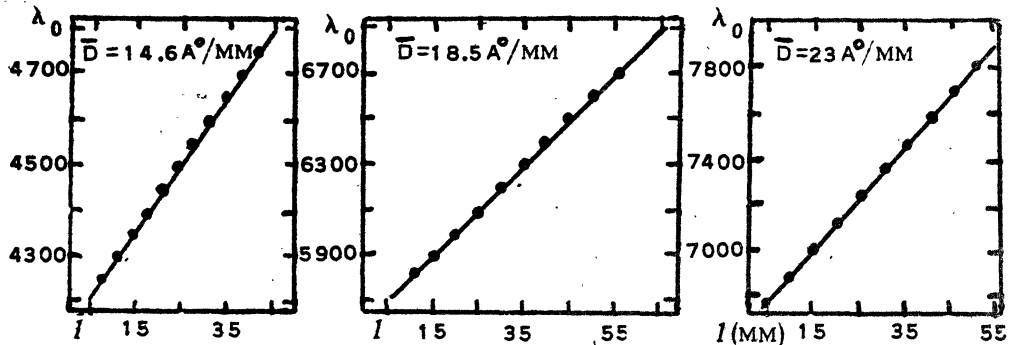


Рис. 3. Калибровочные характеристики ИКФ: зависимость между длиной волны максимума пропускания λ_0 и расстоянием l луча зрения от края ИКФ. Слева — ИКФ $\lambda\lambda 4200-4800$, в центре — ИКФ $\lambda\lambda 5650-6920$, справа — ИКФ $\lambda\lambda 6700-8200$. \bar{D} — средняя "дисперсия" ИКФ — изменение λ_0 при смещении луча зрения на 1 мм.

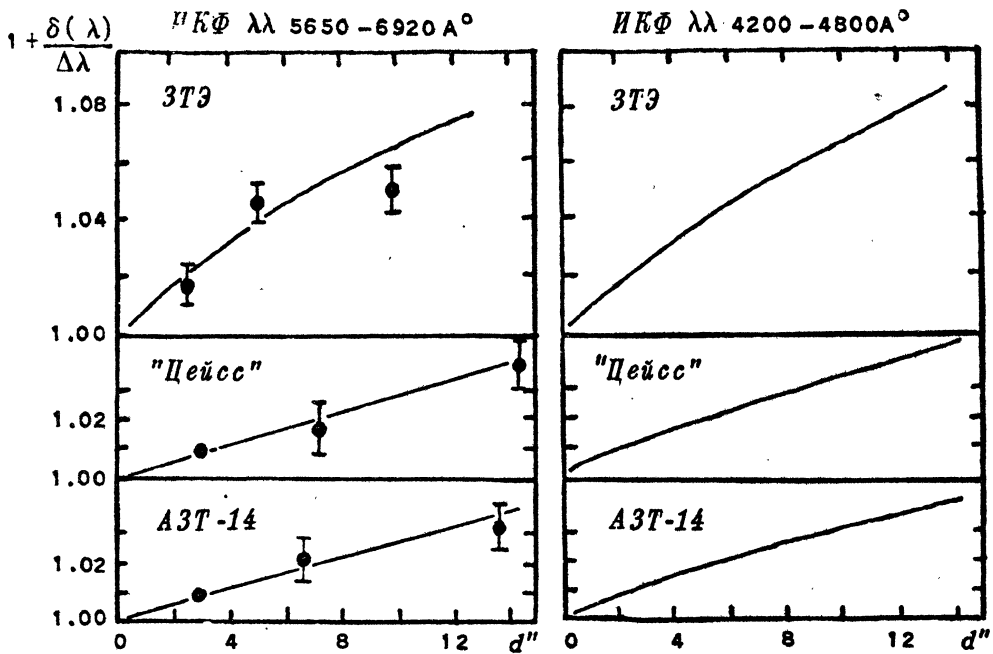


Рис. 4. Зависимость относительного изменения эффективной ширины полосы пропускания ИКФ $1 + \frac{\delta(\Delta\lambda)}{\Delta\lambda}$ от углового диаметра d изображения звезды в диафрагме фотометра. Сплошные линии — теоретические кривые, точки — результаты эксперимента. Подробности см. в тексте.

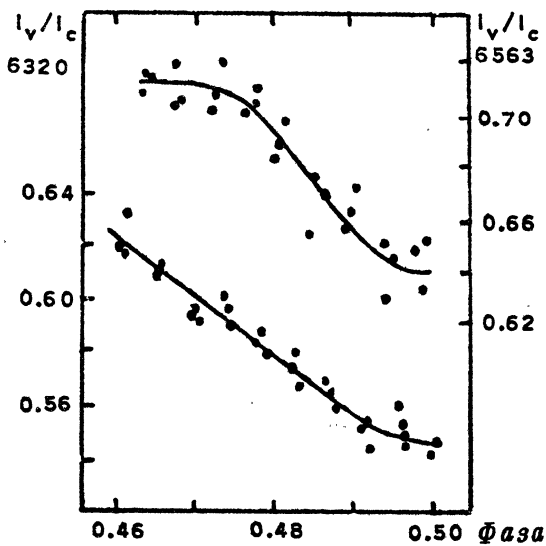


Рис. 5. Отрезки кривых блеска V444 Cyg в эмиссионной области спектра $\lambda 6563$ (континуум плюс эмиссия He II , H_α) и в соседнем участке континуума $\lambda 6320$, полученные по наблюдениям в течение одной ночи. По оси абсцисс отложена фаза в долях периода (фаза 0.5 — середина затмения звезды WR спутником Об), по оси ординат — интенсивность излучения системы V444 Cyg в долях интенсивности излучения звезды сравнения в соответствующей области спектра.

обусловленные различием в диаметрах звездных изображений от ночи к ночи и в течение ночи, а также другими причинами, и в дальнейшем учесть эти изменения при обработке наблюдений. Исследования температурных зависимостей характеристик ИКФ показали, что при изменении температуры от 0° до $+40^\circ$ эффективная ширина полосы пропускания не меняется в пределах 1%. Имеется лишь небольшой сдвиг λ_0 : $\Delta\lambda_0/\Delta t = 0.10 + 0.15 \text{ \AA}/\text{град}$ для всех ИКФ. Проверка постоянства $\Delta\lambda$ со временем была осуществлена для ИКФ ($\lambda\lambda 5650 + 6920 \text{ \AA}$) на основе наблюдений интенсивности эмиссионной линии H_α в планетарной туманности NGC 7027 (Лютый и Черепашук, 1974)). На протяжении 3 лет наблюдений интенсивность H_α постоянна в пределах $\pm 2\%$. Эта величина задает верхний предел аппаратных погрешностей при узкополосных наблюдениях в линиях с нашим узкополосным фотометром. Для иллюстрации качества наблюдательного материала, на рис. 5 приведены отрезки кривых блеска V444 Cyg в эмиссионной области спектра $\lambda 6563$ (континуум плюс эмиссия He II , H_α) и в соседнем участке непрерывного спектра $\lambda 6320$, полученные в течение одной ночи. Рисунок показывает, что даже по индивидуальным измерениям заметно различие в поведении с фазой интенсивности эмиссионной линии и континуума.

2. Наблюдения.

Наблюдения выполнены в 1970–71 гг. на 48-см и 60-см. рефлекторах Крымской станции ГАИШ. Наблюдения в эмиссионных областях спектра проводились совместно с наблюдениями континуума, опубликованными в работах Черепашука и Халиуллина (1972, 1973). Звездой сравнения была HD 193514 ($7^m 5 \text{ pg}$, O8k), контрольной звездой — HD 193595 ($9^m 0 \text{ pg}$, B). Контуры полос пропускания приведены на рис. 1, ширины полос пропускания на уровне половинной интенсивности составляют 60.5 \AA , 93 \AA и 105 \AA для $\lambda\lambda 4686$, 6563 и 7112 соответственно, эффективные ширины составляют 94 \AA , 140 \AA и 163 \AA для $\lambda\lambda 4686$, 6563 и 7112 соответственно. Наблюдения V444 Cyg проводились в каждой области спектра дифференциальным способом по отношению к HD 193514 по следующей схеме: HD 193514 — V444 Cyg — HD 193514 и т. д. Время между наведением на переменную звезду и звезду сравнения в данной λ не превышает 3 мин., что позволяет свести к минимуму влияние неустойчивости земной атмосферы. Серия таких измерений в течение ~ 15 мин. давала отрезок кривой блеска в данной λ (3–5 индивидуальных измерений) затем λ менялась, и наблюдения повторялись по той же схеме. Таким образом, максимальное различие во времени наблюдений для разных λ не превышает 1 + 1.3 часа, поэтому можно считать, что эффекты физической переменности с характерным временем > 1 часа сказались на наблюдениях во всех λ практически в одинаковой степени. Разность между интенсивностью излучения в эмиссионной области спектра и интенсивностью соседнего континуума, проинтерполированной на данную эмиссию, дает интенсивность эмиссионной линии, выраженную в долях интенсивности излучения

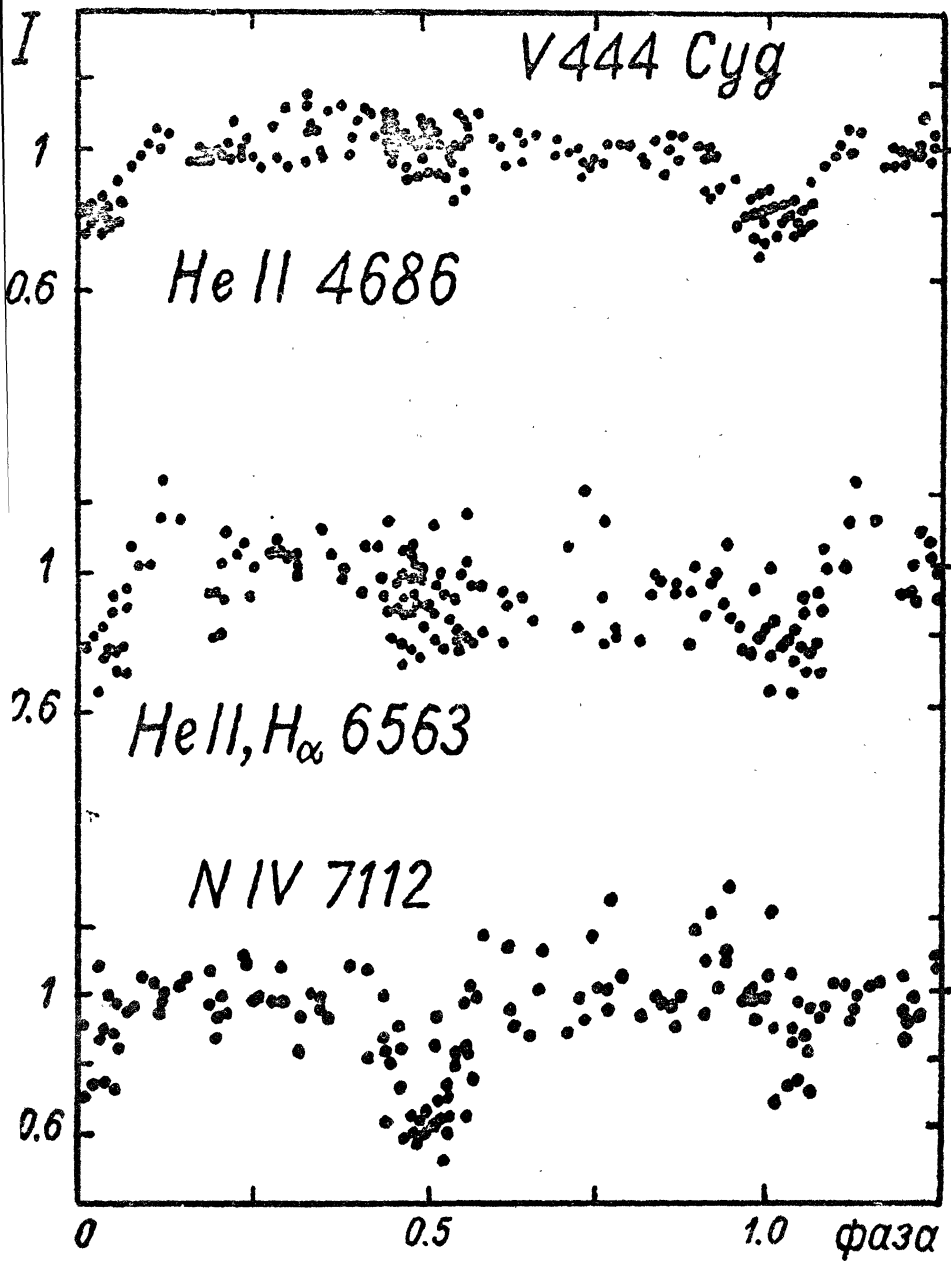


Рис. 6. Кривые изменения интенсивностей эмиссионных линий в спектре V444 Cyg. Каждая точка — среднее из 2–4 индивидуальных измерений одной ночи (табл. 1–3). За единицу интенсивности принята средняя интенсивность в фазе $\sim \pi/2$, равная 0.255, 0.104, 0.133 для $\lambda\lambda$ 4686, 6563 и 7112 соответственно (в долях интенсивности излучения звезды сравнения). Эквивалентные ширины эмиссионных линий в квадратурах составляют 48.5, 25.6 и 37.5 \AA^2 для $\lambda\lambda$ 4686, 6563 и 7112 соответственно.

звезды сравнения. Если известно абсолютное распределение энергии в спектре HD 193514, то наши данные позволяют выразить интенсивности эмиссионных линий в абсолютных энергетических единицах. Таким образом, наши результаты позволяют исследовать изменения интенсивностей эмиссионных линий независимо от изменений континуума.

Интенсивности эмиссионных линий, выраженные в долях интенсивности излучения звезды сравнения HD 193514, представлены в табл. 1 + 3. Каждая точка — среднее из 2–4 измерений. Среднеквадратичная ошибка для каждой точки составляет $\sim 2\%$, $\sim 6\%$, $\sim 6\%$ для $\lambda\lambda$ 4686, 6563 и 7112 соответственно. В табл. 1 + 3 в первом столбце приведены юлианские даты, во втором — фазы орбитального периода, вычисленные с элементами (Черепашук и Халиуллин, 1973):

$$\text{Min hel} = \text{J. D. } 2441164.332 + 4^d 212424 \cdot E.$$

Средние кривые изменения интенсивностей указанных эмиссионных линий приведены в табл. 4 + 6. Здесь n — число наблюдений табл. 1 + 3, усредненных в данной нормальной точке. За единицу интенсивности приняты значения интенсивностей в фазе $\sim \pi/2$, равные 0.225, 0.104 и 0.133 для $\lambda\lambda$ 4686, 6563 и 7112 соответственно.

На рис. 6 представлены наблюдения табл. 1 + 3, приведенные к одному периоду. За единицу интенсивности принята средняя интенсивность в фазе $\sim \pi/2$, равная 0.225, 0.104 и 0.133 для $\lambda\lambda$ 4686, 6563 и 7112 соответственно. Как видно из рис. 6, интенсивности эмиссионных линий He II 4686 и He II, λ 6563 уменьшаются на 20 + 25% в главном минимуме (фаза 0, случай "звезда WR впереди спутника Об"). Эмиссия N IV 7112 показывает резко пекулярное поведение в главном минимуме. Все три эмиссии уменьшают свою интенсивность во вторичном минимуме (случай "спутник Об впереди звезды WR"), это уменьшение особенно велико у эмиссии N IV 7112 и достигает 40 + 50%. Наблюдается значительный разброс точек от ночи к ночи, вызванный, по-видимому, физической переменностью системы. Средние эквивалентные ширины эмиссионных линий в квадратурах равны 48.5 \AA , 25.6 \AA , 37.5 \AA для λ 4686, 6563 \AA и 7112 соответственно.

Анализ этих результатов наблюдений проведен нами в другой работе (Халиуллин и Черепашук, 1976).

Таблица

Интенсивности эмиссии He II 4686.

JD 244...	фаза	I_v/I_c	JD 244...	фаза	I_v/I_c
0769.4985	0.0171	0.206	0813.4231	0.6967	0.265
0790.4842	0.2512	0.250	0815.4936	0.1882	0.253
0794.5477	0.2158	0.260	0816.3542	0.3925	0.264
0798.5384	0.1632	0.244	.5676	0.4432	0.260
0799.4930	0.3897	0.253	0827.5124	0.0414	0.203
0800.3980	0.6046	0.260	0828.2378	0.2207	0.278
0801.4454	0.8533	0.264	.5098	0.2782	0.272
0810.4132	0.9822	0.180	0829.2628	0.4569	0.271
.4330	0.9868	0.188	.3964	0.4886	0.264

Таблица 1 (продолжение)

JD 244...	<i>фаза</i>	I_V/I_C	JD 244...	<i>фаза</i>	I_V/I_C
0830.3719	0.7202	0.258	1149.5250	0.4849	0.237
0830.4826	0.7465	0.251	1150.3984	0.6922	0.254
0831.3836	0.9604	0.209	.4804	0.7118	0.258
0838.2965	0.6014	0.265	1151.3547	0.9192	0.227
0838.4854	0.6463	0.262	.4717	0.9470	0.202
0843.3222	0.7945	0.260	1152.4433	0.1777	0.244
0843.4190	0.8175	0.248	.5290	0.1984	0.255
0844.2872	0.0236	0.211	1157.4922	0.3752	0.290
.3762	0.0447	0.216	1162.3002	0.5177	0.260
.4537	0.0632	0.218	.3630	0.5326	0.250
0845.2910	0.2619	0.242	.4288	0.5482	0.261
.3773	0.2824	0.249	.4995	0.5652	0.267
.4567	0.3012	0.244	1168.3600	0.9562	0.224
0846.2958	0.5004	0.240	.4003	0.9800	0.225
.4026	0.5258	0.237	.5340	0.9975	0.230
0847.3072	0.7405	0.246	1170.3040	0.4177	0.289
.4102	0.7650	0.263	.3177	0.4210	0.287
0848.9768	0.9768	0.192	.4339	0.4485	0.282
.4342	0.0081	0.197	.5273	0.4707	0.268
0856.2695	0.8681	0.266	1172.3069	0.8931	0.260
.4435	0.9094	0.256	.4444	0.9258	0.252
0857.2393	0.0983	0.259	.5197	0.9437	0.233
.3754	0.1306	0.268	1183.2944	0.5014	0.272
0860.2472	0.8124	0.250	.3203	0.5077	0.277
.3228	0.8304	0.264	.5001	0.5504	0.283
.4090	0.8508	0.257	1185.2710	0.9708	0.221
0873.2892	0.9085	0.249	.3184	0.9820	0.214
0876.2606	0.6139	0.246	.4030	0.0022	0.216
.3733	0.6406	0.248	.4648	0.0168	0.217
0877.2379	0.8459	0.238	.5339	0.0332	0.219
0880.2185	0.5534	0.240	1187.2676	0.4447	0.284
0882.2897	0.0451	0.198	.3888	0.4735	0.264
1108.4231	0.7271	0.236	.4523	0.4886	0.281
1110.3704	0.1900	0.245	.5138	0.5032	0.274
.4726	0.2142	0.250	.5562	0.5132	0.268
1117.4380	0.8677	0.250	1199.2829	0.2972	0.287
1118.4672	0.1120	0.255	.4183	0.3292	0.290
1128.3156	0.4500	0.254	.4324	0.3326	0.276
.4110	0.4726	0.244	.4462	0.3359	0.271
.5002	0.4938	0.251	.4620	0.3396	0.271
1131.3815	0.1778	0.256	.5447	0.3592	0.285
.5041	0.2069	0.251	1201.2926	0.7742	0.260
1133.3056	0.6346	0.269	.3116	0.7787	0.261
.4142	0.6603	0.267	1221.2132	0.5032	0.267
1134.4568	0.9083	0.222	.2226	0.5054	0.261
1136.3167	0.3493	0.255	.3396	0.5332	0.256
.3278	0.3520	0.250	.3588	0.5378	0.259
1140.4214	0.3237	0.247	.4546	0.5604	0.272
1141.3143	0.5358	0.249	1224.2962	0.2351	0.256
.4097	0.5584	0.279	.3226	0.2414	0.264
.4692	0.5725	0.284	1225.2040	0.4506	0.282
1143.4164	0.0348	0.193	.2194	0.4542	0.282
.5036	0.0555	0.203	.2330	0.4575	0.275
1145.4412	0.5155	0.238	.4249	0.5030	0.273
.5248	0.5352	0.217	1229.2222	0.4044	0.279
1146.3339	0.7273	0.245	.3038	0.4238	0.265
.4644	0.7534	0.246	.3697	0.4395	0.271
1147.3905	0.9782	0.212	.4434	0.4570	0.260
.4280	0.9871	0.204	1236.1802	0.0562	0.231
.5298	0.0112	0.201	.2659	0.0766	0.246
1148.4801	0.2369	0.249	.3340	0.0928	0.252
1149.3823	0.4510	0.245	.4041	0.1094	0.270
.4697	0.4717	0.235			

Интенсивности эмиссии (He II + H α) 6563

JD 244...	фаза	I_V/I_C	JD 244...	фаза	I_V/I_C
0789.5262	0.0238	0.068	1146.4380	0.7521	0.080
0790.4666	0.2469	0.105	.5371	0.7757	0.089
0794.5268	0.2115	0.116	1147.4738	0.9980	0.068
0799.4412	0.3774	0.103	1148.5170	0.2457	0.096
.4618	0.3812	0.106	1149.3485	0.4430	0.082
0800.4248	0.6110	0.084	.4458	0.4661	0.076
0801.4756	0.8604	0.100	.5065	0.4805	0.081
.5430	0.8764	0.083	1150.4356	0.7012	0.113
0810.4775	0.9974	0.080	.5169	0.7204	0.088
0815.5238	0.1952	0.098	1151.3224	0.9116	0.101
.5617	0.2044	0.096	.4450	0.9407	0.091
0816.3990	0.4031	0.098	.5103	0.9562	0.081
.5360	0.4357	0.097	1152.4697	0.1840	0.098
0823.4062	0.0665	0.093	1162.3252	0.5236	0.097
0827.5377	0.0474	0.075	.3880	0.5386	0.097
0828.2986	0.2280	0.110	.4623	0.5562	0.108
.5336	0.2838	0.115	.5322	0.5727	0.100
0829.3044	0.4668	0.112	1168.4033	0.9665	0.080
.4665	0.5052	0.118	.5180	0.9938	0.107
0830.4082	0.7288	0.129	1170.3668	0.4326	0.103
.5238	0.7568	0.120	.4721	0.4576	0.093
0831.4344	0.9725	0.100	.5610	0.4788	0.093
0838.3537	0.6150	0.094	1172.3488	0.9032	0.092
.5106	0.6522	0.090	.4766	0.9334	0.113
0843.3637	0.8044	0.085	.5484	0.9506	0.088
.4652	0.8285	0.104	1183.3568	0.5164	0.103
0844.3270	0.0330	0.088	.5342	0.5584	0.122
.4103	0.0528	0.081	1185.2922	0.9758	0.085
.4822	0.0699	0.112	.3776	0.9966	0.090
0845.3305	0.2712	0.111	.4460	0.0124	0.083
.4099	0.2902	0.111	.5141	0.0284	0.079
.4864	0.3083	0.109	.5804	0.0442	0.097
0846.3395	0.5108	0.085	1187.2950	0.4512	0.085
.4434	0.5355	0.090	.3568	0.4659	0.104
0847.3476	0.7501	0.057	.4106	0.4788	0.099
.4491	0.7742	0.087	.4752	0.4940	0.106
0848.3329	0.9840	0.078	.5402	0.5094	0.092
.4870	0.0206	0.085	1199.3058	0.3026	0.109
0856.3355	0.8838	0.107	.3468	0.3122	0.104
.5230	0.9283	0.095	.4959	0.3476	0.118
0857.2886	0.1100	0.120	1201.4992	0.8232	0.098
.4243	0.1423	0.120	1221.2525	0.5125	0.101
0860.3554	0.8380	0.102	.3842	0.5438	0.085
0873.3314	0.9185	0.104	.4000	0.5475	0.105
0876.2379	0.6085	0.098	.4140	0.5508	0.085
.3477	0.6345	0.096	.4796	0.5664	0.100
0877.2761	0.8549	0.100	1224.2841	0.2322	0.113
0880.2623	0.5638	0.085	1225.2583	0.4635	0.091
0880.3345	0.5810	0.087	.2749	0.4675	0.098
0882.2595	0.0380	0.082	.2947	0.4721	0.109
.3765	0.0657	0.075	.3138	0.4767	0.112
1108.4788	0.7408	0.058	.3305	0.4806	0.107
1110.4191	0.2014	0.106	.3492	0.4851	0.094
1117.4787	0.8774	0.099	.3680	0.4895	0.102
1128.3774	0.4646	0.083	.3874	0.4941	0.088
.4725	0.4872	0.080	.4058	0.4985	0.094
1131.4652	0.1976	0.076	1229.2459	0.4100	0.112
1136.3685	0.3617	0.110	.3274	0.4294	0.112
1140.3711	0.3119	0.106	.3950	0.4456	0.120
1141.3556	0.5456	0.081	.4586	0.4606	0.102
.3604	0.5466	0.087	1236.2082	0.0629	0.100
1143.4598	0.0451	0.094	.2923	0.0828	0.106
.5275	0.0609	0.083	.3590	0.0987	0.107
1145.4825	0.5253	0.081	.4284	0.1152	0.131

Интенсивности эмиссии NIV 7112

JD 244...	фаза	I_V/I_C	JD 244...	фаза	I_V/I_C
0790.4339	0.2392	0.148	1143.4043	0.0319	0.116
0794.5020	0.2050	0.132	.4831	0.0506	0.117
0799.4812	0.143	0.143	1145.4252	0.5117	0.083
0800.4523	0.6175	0.151	.5086	0.5315	0.086
0801.5170	0.8676	0.133	1146.3215	0.7244	0.132
0815.5848	0.2098	0.125	.4972	0.7661	0.127
0816.4544	0.4162	0.142	1147.3798	0.9757	0.123
0827.5748	0.0562	0.096	.4998	0.0041	0.121
0828.3641	0.2436	0.145	1148.5478	0.2530	0.131
.5695	0.2923	0.144	1149.3231	0.4371	0.084
0829.3458	0.4766	0.085	.4255	0.4613	0.121
.5082	0.5152	0.113	.4488	0.4906	0.085
0830.4558	0.7402	0.156	1150.4658	0.7083	0.118
.5732	0.7680	0.170	.5343	0.7245	0.124
0831.5484	0.9996	0.166	1151.3023	0.9069	0.147
0838.3919	0.6241	0.126	.4141	0.9334	0.146
.5394	0.6591	0.135	.5485	0.9653	0.131
0843.3974	0.8124	0.125	1152.4947	0.1899	0.127
.5044	0.8378	0.131	.5384	0.2003	0.116
0844.3616	0.0413	0.132	1162.2891	0.5151	0.125
.4262	0.0566	0.128	.3537	0.5304	0.080
.5158	0.0779	0.128	.4144	0.5449	0.104
0845.3617	0.2787	0.130	.4884	0.5623	0.129
.4419	0.2977	0.130	.5474	0.5764	0.132
.5217	0.3167	0.123	1168.2849	0.9386	0.176
0846.3786	0.5201	0.085	.4419	0.9757	0.132
.4829	0.5449	0.111	1170.4034	0.4413	0.134
0847.3874	0.7596	0.136	.4984	0.4639	0.112
.4894	0.7838	0.140	1172.3839	0.9115	0.165
0848.3940	0.9985	0.141	.5082	0.9410	0.151
.5158	0.0274	0.143	1183.2836	0.4990	0.088
0856.3689	0.8917	0.158	.4197	0.5313	0.094
.4952	0.9217	0.136	.5676	0.5664	0.136
0857.3223	0.1180	0.125	1185.2627	0.9688	0.135
.3292	0.1196	0.128	.3407	0.9883	0.131
.4550	0.1495	0.137	.4287	0.0082	0.092
.4619	0.1511	0.138	.4971	0.0244	0.098
0860.3830	0.8447	0.130	.5659	0.0410	0.099
.4301	0.8560	0.129	1187.2558	0.4420	0.110
0873.2669	0.9032	0.127	.3812	0.4718	0.078
0876.3091	0.6254	0.119	.4370	0.4850	0.076
.4226	0.6523	0.117	.5048	0.5010	0.080
0877.3011	0.8609	0.121	.5801	0.5190	0.093
0882.2376	0.0328	0.120	1199.3648	0.3166	0.110
.3393	0.0569	0.112	.5270	0.3550	0.124
1108.5306	0.7531	0.135	1221.3289	0.5307	0.068
1110.4503	0.2088	0.124	.4400	0.5570	0.086
1128.3544	0.4592	0.096	.4872	0.5682	0.100
.4378	0.4789	0.079	1224.3483	0.2474	0.131
1131.4309	0.1894	0.141	1229.2788	0.4179	0.108
1133.4553	0.6701	0.149	.3596	0.4372	0.114
1136.3042	0.3464	0.132	.4260	0.4528	0.106
1140.4560	0.3320	0.133	1236.2398	0.0704	0.127
.5215	0.3476	0.127	.3194	0.0893	0.139
1141.3011	0.5327	0.098	.3884	0.1057	0.137
.3962	0.5552	0.112	.4604	0.1228	0.132
.5182	0.5844	0.155			

Таблица 4

Средняя кривая изменения интенсивности эмиссионной линии He II 4686

фаза	J	n	фаза	J	n	фаза	J	n	фаза	J	n
0.025	0.820	6	0.275	0.997	4	0.512	1.030	6	0.782	1.020	4
0.043	0.807	5	0.317	1.053	3	0.532	0.960	4	0.820	0.993	3
0.057	0.855	3	0.348	1.041	5	0.550	1.025	6	0.857	1.000	3
0.090	0.987	3	0.392	1.067	5	0.564	1.082	3	0.905	0.970	5
0.117	1.033	3	0.420	1.098	4	0.608	1.008	4	0.935	0.898	4
0.172	0.973	3	0.445	1.042	3	0.640	1.020	3	0.963	0.855	4
0.196	0.983	3	0.455	1.075	6	0.683	1.027	3	0.980	0.804	3
0.218	1.030	4	0.476	0.980	5	0.719	0.975	3	0.999	0.807	5
0.242	1.000	3	0.498	1.027	5	0.756	0.987	4			

Таблица 5

Средняя кривая изменения интенсивности эмиссионной линии (He II + H α) 6563

фаза	J	n	фаза	J	n	фаза	J	n	фаза	J	n
0.003	0.827	5	0.290	1.088	2	0.495	0.942	4	0.760	0.913	4
0.025	0.770	4	0.309	1.030	4	0.508	0.922	5	0.814	0.922	3
0.043	0.875	3	0.355	1.094	2	0.520	0.905	4	0.850	0.970	3
0.063	0.828	3	0.380	1.010	2	0.541	0.845	4	0.877	0.921	3
0.088	1.020	2	0.406	1.011	2	0.551	0.970	5	0.911	0.951	3
0.123	1.192	3	0.434	1.000	3	0.570	0.895	4	0.933	0.962	3
0.195	0.913	5	0.450	0.942	4	0.617	0.894	4	0.957	0.798	3
0.223	1.087	3	0.468	0.905	9	0.656	0.885	2	0.978	0.847	3
0.260	1.040	2	0.481	0.912	7	0.718	0.961	5			

Таблица 6

Средняя кривая изменения интенсивности эмиссионной линии NIV 7112

фаза	J	n	фаза	J	n	фаза	J	n	фаза	J	n
0.034	0.887	4	0.289	1.016	4	0.518	0.782	4	0.798	1.000	5
0.060	0.872	7	0.320	0.917	3	0.536	0.691	4	0.840	0.985	2
0.086	1.007	4	0.350	0.962	3	0.562	0.842	7	0.862	0.962	2
0.120	0.984	2	0.408	0.985	3	0.580	1.081	5	0.907	1.105	3
0.151	1.037	3	0.440	0.820	3	0.622	0.993	2	0.938	1.187	4
0.191	0.962	2	0.461	0.775	3	0.660	1.008	3	0.972	0.976	3
0.208	0.955	3	0.481	0.602	3	0.720	0.933	2	0.998	0.999	4
0.244	1.045	3	0.500	0.631	4	0.763	1.089	3			

Литература:

- Кухи, 1968 — Кухи L. V., АрJ 152, 89.
 Лютый В. М., Черепашук А. М., 1974, АИ № 831.
 Халиуллин Х. Ф., Черепашук А. М., 1976, Астрофизика 12, в печати.
 Черепашук А. М., 1967, ПЗ 16, 226.
 Черепашук А. М., Лютый В. М., Халиуллин Х. Ф., 1973, АЖ 50, 1105.
 Черепашук А. М., Халиуллин Х. Ф., 1972, ПЗ 18, 321.
 Черепашук А. М., Халиуллин Х. Ф., 1973, АЖ 50, 516.

Москва,

Гос. Астрономический ин-т
им. П. К. ШтернбергаПоступила в редакцию
28 марта 1975 г.