

УДК 524.7—7—82

ПОИСК ВОЗМОЖНОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ ЭМИССИОННЫХ
ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ ЯДРА ГАЛАКТИКИ NGC 1275 В ШКАЛЕ
ВРЕМЕНИ ОДНИ СУТКИ

Н. И. МЕРКУЛОВА, И. И. ПРОНИК

Поступила 25 июня 1982

Принята к печати 27 января 1983

Проведен поиск возможных изменений в эмиссионных линиях спектра ядра галактики NGC 1275 в шкале времени одни сутки. Материалом для исследования служили 126 спектрограмм, полученных на 6-м телескопе в течение четырех ночей 12—15 января 1977 г. Эти данные позволили обнаружить изменения в эквивалентных ширинах и потоках эмиссионных линий. Наибольшие изменения были обнаружены в потоке линии H α , они достигали 50%.

В спектре ядра сейфертовской галактики NGC 1275 отмечена переменность эмиссионных водородных и запрещенных линий в шкале времени около шести лет и около года [1]. По характеру она напоминает исследованную ранее переменность этого ядра в системе *UBV* [2], сантиметровом и миллиметровом диапазонах длин волн [3, 4]. В последнее время были опубликованы данные наблюдений, из которых следовало, что континуум ядра NGC 1275 меняет свою яркость за время порядка суток [2, 5, 6]. В связи с этим мы поставили специальные наблюдения спектра этого ядра, целью которых было выяснить, существует ли такая же короткая шкала переменности его оптических эмиссионных линий.

Наблюдения были проведены В. Л. Афанасьевым 12—15 января 1977 г. со спектрографом UAGS в прямом фокусе 6-м телескопа. Обратная дисперсия в области спектра 3700—7300 Å составляла ~ 95 Å/мм. Фотографирование велось при двух взаимно перпендикулярных положениях щели спектрографа с использованием ЭОП УМ-92. Было получено 80 спектрограмм для ядра NGC 1275 при одном и 46 при другом положении щели спектрографа, а также 28 спектрограмм для планетарной туманности IC 351 ($m_{pg} = 12^m$), которая служила стандартом для определения ошибок метода.

Ширина нерасширенных спектров поперек дисперсии равнялась ~ 0.1 мм. Чтобы при обработке не ухудшить спектральное разрешение,

мы использовали микрофотометр с ФЭУ. Обработка спектров велась на ЭВМ ЕС-1020 по программам, составленным Б. А. Бурнашевой. В результате обработки были получены эквивалентные ширины W_λ наиболее ярких эмиссионных линий оптического диапазона спектра ядра NGC 1275, а также относительные интегральные яркости эмиссионных линий планетарной туманности. Анализ показал, что средняя квадратичная ошибка одного значения относительных интенсивностей линий для IC 351 в среднем по всем линиям составляет $\pm 15\%$.

Осредненные по дням и средние за весь интервал наблюдений W_λ для всех эмиссионных линий приведены в табл. 1 и на рис. 1. Каждому значению W_λ в таблице сопоставлены: число использованных спектрограмм n , средняя квадратичная ошибка среднего W_λ — $S_{\overline{W}}$ и средняя квадратичная ошибка одного значения W_λ — S . Из рис. 1 видно, что отклоне-

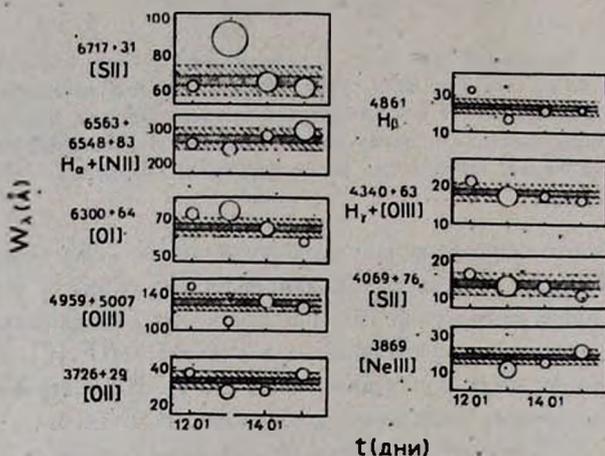


Рис. 1. Средние по ночам наблюдений эквивалентные ширины эмиссионных линий спектра ядра NGC 1275. Диаметры кружков равны $2S_{\overline{W}}$. Заштрихованными полосами показаны уровни средних по всему массиву наблюдений \overline{W}_λ . Ширина узких полосок равна $2S_{\overline{W}}$, широких — $6S_{\overline{W}}$ (см. текст).

ния среднего за ночь от среднего, полученного по всему массиву наблюдений $|W_\lambda - \overline{W}_\lambda|$, превышающие $3S_{\overline{W}}$, имеются у каждой из эмиссионных линий. Этот факт позволяет предполагать, что существуют реальные изменения W_λ всех эмиссионных линий табл. 1 в масштабе времени одни сутки. Такие изменения могут быть обусловлены переменностью либо непрерывного спектра, либо эмиссионных линий. Мы провели анализ изменений W_λ и их ошибок несколькими способами.

Чтобы исключить влияние переменности в континууме, для нескольких пар линий были вычислены величины отношений $W_{\lambda_1}/W_{\lambda_2}$ (табл. 2).

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ ЯДРА NGC 1275 12-15 ЯНВАРЯ 1977 Г.

Линия λ, A	Ион	12 января				13 января				14 января				15 января				Среднее			
		n	$W_{\lambda, A}$	$S_{W, A}$	S°_0	n	$W_{\lambda, A}$	$S_{W, A}$	S°_0	n	$W_{\lambda, A}$	$S_{W, A}$	S°_0	n	$W_{\lambda, A}$	$S_{W, A}$	S°_0	n	$W_{\lambda, A}$	$S_{W, A}$	S°_0
3726+29	[O II]	15	36.7	2.7	28	2	27.2	3.8	14	9	27.7	3.1	32	7	37.1	3.2	21	33	33.7	1.6	27
3869	[N α III]	15	21.3	1.8	32	2	11.4	4.5	39	11	15.2	2.5	52	7	22.1	3.6	40	35	18.9	1.3	40
4069+76	[S II]	22	16.1	1.6	46	3	13.3	2.6	28	17	13.0	1.9	58	11	10.9	1.5	44	53	13.8	1.0	52
4340+63	H γ + [O III]	26	21.5	1.5	35	5	17.4	2.7	31	27	17.5	1.4	41	19	16.5	1.3	33	77	18.6	0.8	37
4861	H β	13	33.0	1.8	19	9	17.0	2.3	38	12	20.8	2.3	37	9	22.7	2.0	25	43	24.1	1.4	38
4959	[O III]	13	38.6	2.9	26	6	2.5	2.0	20	12	27.4	2.2	27	9	33.6	3.3	28	40	31.7	1.6	32
5007	[O III]	13	108	4.8	15	6	87.5	5.8	15	12	105	9.4	30	9	91.7	7.2	22	40	100	3.8	24
6300	[O I]	14	54.8	4.1	27	4	52.7	5.2	17	12	45.9	3.8	27	11	44.2	3.2	23	41	49.2	2.1	27
6364	[O I]	14	18.3	1.8	35	4	22.0	4.4	35	12	19.1	3.0	52	11	13.9	1.5	34	41	17.7	1.2	43
6563+	H α	14	257	15.1	21	4	243	20.4	15	12	279	16.8	20	11	195	28.1	30	41	272	10.6	25
6548+83	[N II]																				
6716+31	[S II]	14	62.8	2.7	16	4	89.0	9.8	19	12	65.5	5.1	26	11	62.2	5.1	26	41	66.0	2.7	26

Видно, что отношения $W_{3726+39}/W_{6716}$ и $W_{3009}/W_{4959+5007}$ меняются от ночи к ночи в пределах 2σ , в то время, как $W_{5117}/W_{H\beta}$ плавно меняется от первой ночи к третьей на величину $\sim 3\sigma$. Кроме этого, мы по-

Таблица 2
ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ ЯДРА NGC 1275

Дата	$\frac{W_{3726+39}}{W_{6716}}$	$\frac{W_{3009}}{W_{4959+5007}}$	$\frac{W_{5117}}{W_{H\beta}}$
12.1.1977	0.64 ± 0.08	0.15 ± 0.02	3.7 ± 0.3
13.1.1977			4.7 ± 0.9
14.1.1977	0.42 ± 0.05	0.13 ± 0.03	5.2 ± 0.7
15.1.1977	0.68 ± 0.15	0.18 ± 0.03	4.0 ± 0.2

смотрели корреляции W соседних пар линий. На рис. 2 показаны три из них. Они свидетельствуют о том, что такие корреляции бываю разных направлений. Все эти факты позволяют предполагать, что в спектре ядра NGC 1275 возможны изменения потоков эмиссионных линий за время порядка одних суток. Наиболее уверенный результат, по-видимому, имеется только для линии $H\alpha$, изменения потока которой могут доходить до 50% (см. рис. 2). Изменения потоков запрещенных линий составляют $< 50\%$. Значимость этих выводов несколько возрастает, если провести анализ ошибок W , содержащихся в табл. 1.

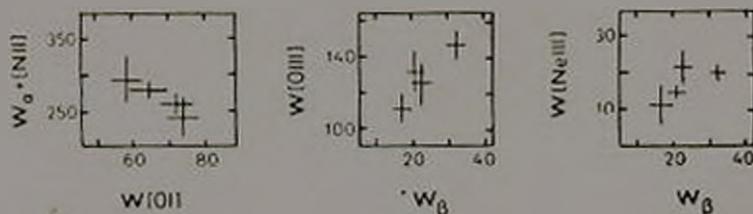


Рис. 2. Некоторые зависимости, полученные между эквивалентными ширинами эмиссионных линий в спектре ядра NGC 1275, усредненными по ночам наблюдений. W — в энтромах. Размеры крестиков равны $2S_w$.

Из табл. 1 видно, что средние ошибки одного измерения W — S для всех линий в некоторых случаях в три раза превосходят ошибку, полученную по данным для IC 351. И это несмотря на то, что массив наблюдений для NGC 1275 в четыре раза превосходит массив наблюдений IC 351. Более того, из табл. 1 и рис. 3 видно, что ошибка S растет при увеличении числа используемых спектрограмм n , а если ее вычислить по всему массиву

ву данных, то она оказывается близкой к максимальному значению, полученному по отдельным частям этого массива. Это обстоятельство позволяет предполагать, что ошибки эквивалентных ширин эмиссионных линий в спектре ядра NGC 1275 включают в себя элемент, не связанный с ошибками метода. Дополнительный анализ величин S показал, что они не связаны ни со степенью размытости ядра галактики во время наблюдений (качеством изображения), ни с тем обстоятельством, что в щель спектрографа в разных случаях попадали разные участки околоядерной области NGC 1275 (позиционным углом щели спектрографа).

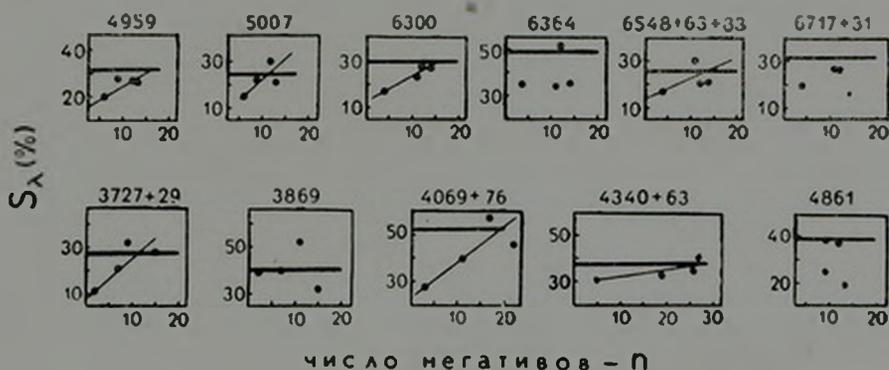


Рис. 3. Сопоставление средней квадратичной ошибки одного измерения S_{λ} — S эмиссионных линий в спектре ядра NGC 1275 и числа осредненных спектрограмм n . Прямые горизонтальные линии показывают уровень ошибки одного значения S_{λ} — S , полученной по всему массиву наблюдательных данных ядра NGC 1275.

Если исходить из теории стационарного свечения водорода, то по наблюдаемому переменному потоку в линии H_{β} и размеру области переменных физических условий можно определить плотность ионизованного водорода или n_e в этой области. Объемный коэффициент излучения в линии H_{β} при $T_e = 10\,000$ К и $20\,000$ К равен соответственно $(1 \text{ и } 0.5) \cdot 10^{-26} n_e^2$ эрг/см³ стер [7]. Если предположить, что величина переменной части потока в линии H_{β} равна его постоянной части, которая приведена Адамсом в Видманом [8] и равна $4 \cdot 10^{40}$ эрг/с, то можно вычислить плотность электронов в области водородных вспышек. Она равна $(3-5) 10^{10}$ см⁻³. Такая величина не противоречит общепринятым представлениям о плотностях в водородных оболочках ядер сейфертовских галактик.

В заключение следует отметить, что время переменности порядка суток, обнаруженное нами для линии H_{β} в спектре ядра галактики NGC 1275, не является самым коротким. Для ядра галактики NGC 4151 эта величина равна одному часу [9]. Все эти факты показывают необходимость си-

стематических, желательны фотоэлектрических наблюдений спектров ядер сейфертовских галактик для исследования характера переменности эмиссионных линий в шкале времени сутки и часы. С точки зрения теории здесь, по-видимому, позражений нет. Теория нестационарных процессов, происходящих в газовых оболочках сейфертовских галактик, показывает, что можно ожидать переменности как подородных, так и запрещенных линий в шкале времени нескольких суток [10, 11].

Мы искренне благодарны В. А. Афанасьеву за получение спектров, В. А. Липовецкому и А. И. Шаповаловой за помощь в наблюдениях, В. А. Бурнашевой за составление программы для обработки наблюдений, А. Л. Боярчуку, В. И. Пронику и К. К. Чуваеву за замечания к работе, Г. Н. Шарповой и В. Т. Жоголевой за изготовление рисунков.

Крымская астрофизическая
обсерватория

Примечание при корректуре. Подробный анализ переменности эмиссионного спектра ядра галактики NGC 1275 за период 12—15 января 1977 г. публикуется в Известиях КрАО, т. 68 и т. 71.

EMISSION LINE VARIABILITY SEARCH OF NGC 1275 GALAXY NUCLEUS SPECTRUM IN A SCALE OF ONE DAY

N. I. MERKULOVA, I. I. PRONIK

The search for possible emission line variability of NGC 1275 galaxy nucleus spectrum has been carried out in a scale of one day. 126 spectrogramms obtained on 6-m telescope during 4 nights on 12—15 January 1977 were used for this investigation. These data permit to find the night-to-night variability of equivalent widths and of fluxes emission lines. The strongest variations were obtained for the H_β line flux which reach up to ~ 50%.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Проник, Изв. Крымской обл., 61, 131, 1980.
2. В. М. Лютый, Астрон. ж., 53, 1153, 1977.
3. E. Preuss, K. Kallerman, I. Pauling-Toth, A. Witzel, D. Shueffer, Astron. Astrophys., 79, 268, 1979.
4. E. Epstein, R. Pomphrey, W. Fogarty, P.A.S.P., 91, 163, 1979.
5. P. Martin, J. Angel, J. Masu, Ap. J., 209, 121, 1976.
6. M. Geller, E. Turner, M. Bruno, Ap. J., 230, L41, 1979.
7. С. А. Капюи, С. Б. Никольский, Межзвездная среда, Физматгиз, М., 1963, стр. 33.
8. Th. Adams, D. Weedman, Ap. J., 199, 19, 1975.
9. S. Collin-Souffrin, M. Joly, N. Heidmann, S. Dumont, Astron. Astrophys., 72, 293, 1979.
10. Н. Г. Бочкарев, Диссертация, ГАИШ, М., 1974.
11. Н. Г. Бочкарев, Исследования по геомагнетизму, аэрономии и физике Солнца. СО АН СССР, 48, 195, 1979.