

УДК 524.7

## Вариации спектральных характеристик ядра сейфертовской галактики NGC 3227 в 1967–2009 гг.

*И.Ф. Бикмаев<sup>1</sup>, И.И. Проник<sup>2</sup>, Л.М. Шарипова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия  
*ibikmaev@yandex.ru*

<sup>2</sup> НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория” КНУ им. Т. Шевченко, Научный, АР Крым, Украина  
*ipronik@mail.ru, shali@crao.crimea.ua*

Поступила в редакцию 28 октября 2013 г.

**Аннотация.** Представлены результаты исследования спектральных характеристик излучения ядра сейфертовской галактики NGC 3227 в различные эпохи его активности. В работе использовались спектральные данные, полученные разными исследователями на разных телескопах. Было показано существенное изменение эквивалентных ширин ( $EW_\lambda$ ), ширин профилей бальмеровских линий на интервале времени свыше 40 лет. Полученные результаты могут служить свидетельством в пользу эволюционного изменения состояния ядра галактики NGC 3227 на интервале времени с 1967 г. по 2009 г.

VARIATIONS OF SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE SEYFERT GALAXY NGC 3227 NUCLEUS IN 1967–2009, *by I.F. Bikmaev, I.I. Pronik, L.M. Sharipova.* The paper presents results of studying spectral emission characteristics of the Seyfert galaxy NGC 3227 nucleus at different epochs of its activity. We used spectral data obtained by different investigators with different telescopes. It was shown the sufficient variation of equivalent widths ( $EW_\lambda$ ), widths of the Balmer line profiles over 40 years. The obtained results can serve as an evidence in favor of evolutionary variations of the galaxy NGC 3227 nucleus over the period from 1967 to 2009.

**Ключевые слова:** активные ядра галактик, сейфертовская галактика NGC 3227, переменность эмиссионных линий

---

## 1 Введение

Переменность излучения активных ядер галактик (АЯГ) во времени – одна из главных их характеристик. Наблюдательные особенности этой характеристики используются в моделях, интерпретирующих природу АЯГ. Сейфертовская галактика NGC 3227 имеет галактику-спутник NGC 3226. Наличие такого спутника может быть причиной изменения и активности галактики NGC 3227, и ее сейфертовского типа. Изучению переменных профилей эмиссионных бальмеровских линий в спектре ядра галактики NGC 3227 посвящен ряд работ. В число этих работ входят исследования галактики, проведенные Рубин и Форд (1968); тип ядра галактики был Sy2. В работе Розенблатт и др. (1992, 1994) было отмечено существование разных форм профиля бальмеровской линии  $H_\beta$ .

И.И. Проник и Л.П. Метик (2005) исследовали переменность излучения эмиссионных линий в спектре ядра галактики в эпоху его вспышечной активности; тип ядра галактики был Sy1. Общей и струйной активности ядра галактики NGC 3227 посвящены работы И.Ф. Бикмаева и др. (2011, 2012). Изучение активности ядра галактики NGC 3227 проводится в КрАО с начала 70-х годов 20 века. Настоящая работа является продолжением длительных исследований переменности излучения ядра галактики NGC 3227 в разные его эволюционные эпохи. В работе использовались спектральные данные, полученные в Крымской астрофизической обсерватории в мае 1971 г., полученные на 6-м телескопе Специальной астрофизической обсерватории (САО) в январе 1977 г. и на 1.5-м Российско-Турецком телескопе (РТТ-150) в апреле 2009 г., а также опубликованные в литературе. Результаты исследования некоторых спектральных характеристик излучения ядра галактики NGC 3227 на интервале времени с 1967 г. по 2009 г. приведены ниже.

## 2 Эквивалентные ширины ( $EW_\lambda$ ) бальмеровских линий $H_\alpha$ , $H_\beta$ , $H_\gamma$ , $H_\delta$ в спектре ядра галактики NGC 3227

Проводился сравнительный анализ изменений эквивалентных ширин водородных линий для разных эпох эволюции ядра галактики. С этой целью использовались наблюдательные данные, полученные на 6-м телескопе САО в эпоху максимума яркости ядра галактики 12–15 января 1977 г., и спектральные данные, полученные на 1.5-м Российско-Турецком телескопе 16, 21, 22 апреля 2009 г. Результаты сопоставления эквивалентных ширин представлены в табл. 1. В первой и седьмой строках табл. 1 показаны эпохи наблюдений галактики. Значения эквивалентных ширин водородных линий содержатся во 2-й – 5-й колонках табл. 1.

**Таблица 1.** Изменение эквивалентной ширины водородных линий  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$ ,  $H_\delta$  со временем

Дата	январь 1977 г.	апрель 2009 г.	январь 1977 г.	апрель 2009 г.
	$EW_{H_\alpha}$		$EW_{H_\beta}$	
	412±10	301±3.8	97.9±1.1	57.1±1.6
	420±24	302±7.0	66.2±8.3	54.5±1.2
	446±36	296±6.9	67.9±2.8	53.9±1.3
	450±29		70.2±7.5	
Дата	январь 1977 г.	апрель 2009 г.	январь 1977 г.	апрель 2009 г.
	$EW_{H_\gamma}$		$EW_{H_\delta}$	
	47.3±3	20.7±0.8	29.3±1.2	11.2±1.2
	44.9±2.8	22.4±0.4	25.2±4.5	12.5±0.6
	45.0±2.9	20.9±0.5	27.1±2.6	12.6±0.2
	44.6±2.3		34.3±2.8	

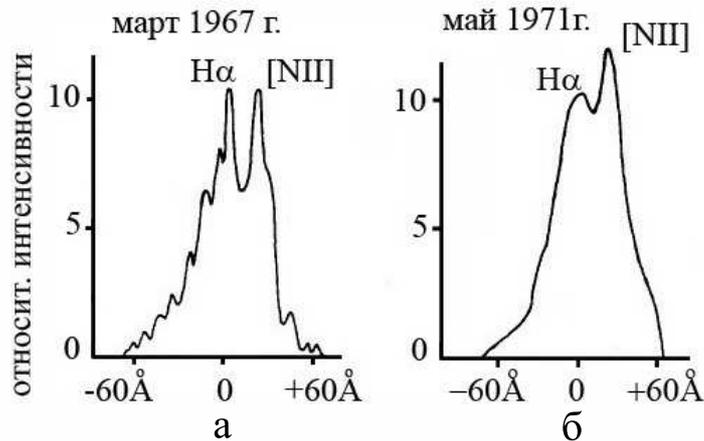
Данные табл. 1 свидетельствуют о значимом уменьшении эквивалентных ширин бальмеровских линий на интервале времени с 1977 г. по 2009 г. Фактор уменьшения  $EW_{H_\alpha}$ ,  $EW_{H_\beta}$ ,  $EW_{H_\gamma}$ ,  $EW_{H_\delta}$  составил 1.5, 1.7, 2.3, 2.6 соответственно.

## 3 Ширины профилей водородных линий $H_\alpha$ , $H_\beta$ , $H_\gamma$ , $H_\delta$ в разные эпохи активности ядра галактики NGC 3227

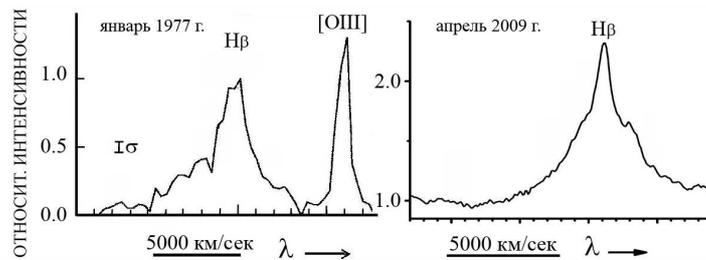
Исследовались изменения ширины профилей бальмеровских линий  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$  со временем. Были использованы спектральные данные для четырех эпох наблюдений: март 1967 г., май 1971 г., январь 1977 г. и апрель 2009 г. На рис. 1 и рис. 2 показаны примеры водородных линий в разные

эволюционные эпохи ядра галактики NGC 3227. На рис. 1 приведен пример двух эмиссионных профилей линии  $H\alpha + [NII] 6563 + 84 \text{ \AA}$ , полученных в марте 1967 г. на 1.8-м телескопе Огайского университета и в мае 1971 г. на телескопе 2.6-м Крымской астрофизической обсерватории.

На рис. 1 по оси ординат отложены относительные интенсивности эмиссионной линии, по оси абсцисс – ширина профиля линии в ангстремах ( $\text{\AA}$ ). Пример профиля бальмеровской линии  $H\beta$  для других эпох активности ядра галактики NGC 3227 показан на рис. 2.



**Рис. 1.** Эмиссионные контуры линии  $H\alpha + [NII] 6563 + 84 \text{ \AA}$  для двух эпох: а – из работы Рубин и Форд (1968), тип ядра галактики был Sy2; б – из работы И.И. Проник (1971)



**Рис. 2.** Вид профиля линии  $H\beta$ , полученный по наблюдениям на 6-м телескопе САО в 1977 г. и в 2009 г. на 1.5-м Российско-Турецком телескопе (РТТ-150). Относительные интенсивности линии  $H\beta$  отложены по оси ординат. Скорость излучающего газа в зоне свечения линии отложена по оси абсцисс и выражена в км/сек

Ширина профиля бальмеровских линий  $H\alpha$ ,  $H\beta$ ,  $H\gamma$  измерялась для двух уровней яркости пика линий:  $0.50 I_{\text{макс}}$  и  $0.25 I_{\text{макс}}$ . Результаты измерений ширины профиля бальмеровских линий в разные эпохи активности ядра галактики представлены в табл. 2 и табл. 3. В первой колонке табл. 1 и 2 указаны бальмеровские линии; во второй и третьей колонках – скорости газа в зоне свечения этих линий, выраженные в км/сек. В первой и третьей строках двух таблиц отражены эпохи наблюдений. Согласно данным табл. 2 в интервале времени с 1977 г. по 2009 г. уменьшение ширины профиля линий на уровне  $0.50 I_{\text{макс}}$  яркости пика составило 1.2, 1.8, 1.7 раза соответственно.

**Таблица 2.** Ширина профиля водородных линий на уровне  $0.50 I_{\text{макс}}$  для четырех эпох наблюдений

	март 1967 г.	май 1971 г.
$H_{\alpha}$	2468 км/сек	2887 км/сек
	январь 1977 г.	апрель 2009 г.
$H_{\alpha}$	$2710 \pm 61$	$2316 \pm 23$
$H_{\beta}$	$3728 \pm 136$	$2028 \pm 149$
$H_{\gamma}$	$5842 \pm 373$	$3364 \pm 100$

Из таблицы 3 следует, что в интервале времени с 1977 г. по 2009 г. уменьшение ширины профилей  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$  на уровне  $0.25 I_{\text{макс}}$  произошло в 1.3, 1.6, 2.3 раза соответственно.

**Таблица 3.** Ширина профиля водородных линий на уровне  $0.25 I_{\text{макс}}$  для четырех эпох наблюдений

	март 1967 г.	май 1971 г.
$H_{\alpha}$	3108 км/сек	4138 км/сек
	январь 1977 г.	апрель 2009 г.
$H_{\alpha}$	$4291 \pm 181$	$3367 \pm 37$
$H_{\beta}$	$6107 \pm 293$	$3816 \pm 107$
$H_{\gamma}$	$10404 \pm 449$	$4500 \pm 180$

Данные табл. 3 показывают, что на большем интервале времени – свыше 40 лет с 1967 г. по 2009 г. – максимум ширины бальмеровской линии  $H_{\alpha}$  наблюдался в январе 1977 г., когда в зоне свечения водородных линий наблюдалась 3-дневная вспышечная активность; тип ядра галактики NGC 3227 был Sy1.

## 4 Заключение

Результаты исследования спектральных характеристик ядра сейфертовской галактики NGC 3227 (эквивалентных ширин бальмеровских линий  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$  и ширин их профилей) показали их существенные вариации на временном интервале свыше 40 лет. Полученные результаты служат свидетельством в пользу эволюционного изменения состояния ядра галактики на интервале времени с 1967 г. по 2009 г. В этом интервале времени происходила смена типа сейфертовского ядра галактики NGC 3227.

## Литература

- Бикмаев и др. (Bikmaev I.F., Pronik I.I., Sharipova L.M.) // Odessa Astronom. Public. 2011. V. 24. P. 59.
- Бикмаев и др. (Bikmaev I.F., Pronik I.I., Sharipova L.M.) // Odessa Astronom. Public. 2012. V. 25. № 2. P. 160.
- Проник И.И. // Астрон. циркуляр. 1971. № 663. С. 1.
- Проник, Метик (Pronik I.I., Metik L.P.) // Astrophys. Space Sci. 2005. V. 299. P. 245.
- Розенблатт и др. (Rosenblatt E.I., Malkan M.A., Sargent W.L.W., Readhead A.C.S.) // Astrophys. J. Suppl. Ser. 1992. V. 81. P. 59.
- Розенблатт и др. (Rosenblatt E.I., Malkan M.A., Sargent W.L.W., Readhead A.C.S.) // Astrophys. J. Suppl. Ser. 1994. V. 93. P. 73.
- Рубин, Форд (Rubin V.C., Ford W.K.) // Astrophys. J. 1968. V. 154. P. 431.