

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ГАЛАКТИК БЕЗ АКТИВНЫХ ЯДЕР

А.В.Тугай, А.А.Василенко

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
Киев, Украина
tugay.anatoliy@gmail.com

ABSTRACT. We performed cross-correlation of SDSS galaxies and X-ray sources from 2XMMi catalogue. We selected galaxies with strong NII[6583] and OIII[5007] lines to divide them to starburst galaxies and AGNs. In result we obtained samples of 148 candidates to starburst galaxies and 138 AGNs. We built X-ray spectra for starburst galaxies I Zw 49, NGC4303, NGC4490 and NGC5907 and approximated them by powerlaw model with indexes 2.6, 2.8, 2.1 and 1.6 correspondingly. We also found that NGC4254 has thermal spectrum with $kT=0.2$ keV. For NGC4254 and NGC4303 we obtained spectrum of galaxy disc without nuclear region.

Современные космические рентгеновские обсерватории позволяют проводить высокоэффективный статистический анализ астрономических объектов, излучающих в жестком диапазоне и представляющих интерес для астрофизики высоких энергий. В частности, на основе архива наблюдений обсерватории XMM-Newton было автоматически отождествлено более 250 тысяч рентгеновских источников в диапазоне 0.2-15 кэВ. В данной работе мы анализировали рентгеновское излучение галактик на основе каталога 2XMMi [1], который содержит 221012 источников (доступен по адресу <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=IX%2F40>). В работе [2] было проведено отождествление рентгеновских источников 2XMM с оптически-ми источниками Слоановского цифрового обзора неба [3] (SDSS). В результате было обнаружено около 2000 галактик с рентгеновским излучением. Мы поставили вопрос не только о кросс-корреляции, но и о происхождении рентгеновского излучения галактик. Несомненно, жесткое излучение должно быть связано с некими активными процессами в галактике. Это может быть активное звездообразование либо активность ядра (АЯГ). В первом случае рентгеновское излучение образуется в основном на конечных стадиях эволюции звезд - в остатках сверхновых и в окрестностях компактных объектов (белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр). Во втором случае источни-

ками рентгеновского излучения могут быть аккреционный диск и джет сверхмассивной черной дыры. Тип активности галактики может быть определен по соотношению интенсивностей эмиссионных линий в оптическом диапазоне. Этот метод был впервые предложен в [4] и применен к SDSS в [5]. В работе [5] для различения галактик с активными ядрами и с активным звездообразованием было предложено эмпирическое соотношение

$$\log(\text{OIII}[5007]/\text{Hbeta}[4861])=0.61/(\log(\text{NII}[6583]/\text{Halpha}[6563])-0.05)+1.3 \quad (1)$$

Левая часть выражения представляет собой десятичный логарифм отношения интенсивностей линий ионизированного кислорода и бальмеровской линии H-beta. В правую часть входит логарифм отношения интенсивностей линий ионизированного азота и H-alpha?. В квадратных скобках указаны длины волн линий в ангстремах.

Среди галактик SDSS мы выбрали такие, в спектрах которых наблюдаются 4 указанные эмиссионные линии и все они по крайней мере в 3 раза ярче фона. Затем мы отобрали галактики, для которых в пределах видимого изображения в каталоге 2XMMi есть рентгеновский источник. В результате мы получили выборку из 286 галактик. Распределение относительных интенсивностей эмиссионных линий для нашей выборки показано на Рис.1. Сплошной линией проведено соотношение (1). Согласно [5], источники выше кривой следует считать сейфертовскими галактиками, а источники под кривой - областями активного звездообразования. Поскольку соотношение (1) является эмпирическим, оно не может в точности разделять объекты разных типов. Поэтому мы проверили имеющиеся сведения о 148 галактиках под кривой, которые далее будем называть кандидатами в галактики с активным звездообразованием (КГЗ). Мы просмотрели информацию в электронных базах NED, LEDA и Simbad и выяснили, что только 60 из 148 КГЗ действи-

тельно известны как галактики с активным звездообразованием. Они показаны на Рис.1. треугольниками. Наличие звездообразования в остальных 88 КГЗ стоит проверить в будущем с применением новых данных наблюдений. Отметим, что среди них мы обнаружили 29 АЯГ. Среди всех галактик нашей выборки со звездообразованием оказалось возможным построить рентгеновские спектры по данным XMM-Newton только для шести. Рентгеновский спектр галактики NGC4631 был детально проанализирован в работах [6] и [7]. Мы построили рентгеновские спектры для остальных пяти галактик. Параметры полученных спектров представлены в Табл. 1. Для галактик NGC4254 и NGC4303 нам удалось исключить центральную область изображения и построить спектр для диска. Для четырех галактик оптимальной оказалась степенная модель с фотоионизационным поглощением межзвездным водородом на низких энергиях. Средний

показатель степени АЯГ, согласно [8], равен 1.60 ± 0.04 . Более резкое спадание спектра у I Zw 49, NGC4303 и NGC4490 указывает на то, что спектр действительно формируется не активным ядром, а областями звездообразования, излучение которых имеет меньшие энергии. То же можно сказать и про галактику NGC4254, рентгеновское излучение которой удалось аппроксимировать тепловым спектром. У NGC4303 нам удалось выделить в спектре излучение горячего диффузного газа, которое мы описали моделью *gaumond* [9] с эффективной температурой 180 эВ. Меньший показатель степени галактики NGC5907 заставляет нас предположить существование в ней слабоактивного ядра типа LINER. В спектре NGC5907 мы обнаружили эмиссионную линию на энергии 5.9 ± 0.2 кэВ с нормировкой $7 \cdot 10^{-6}$ кэВ/с/см²/кэВ. В спектрах рентгеновских источников, в том числе АЯГ, в этой области встречается линия Fe K α .

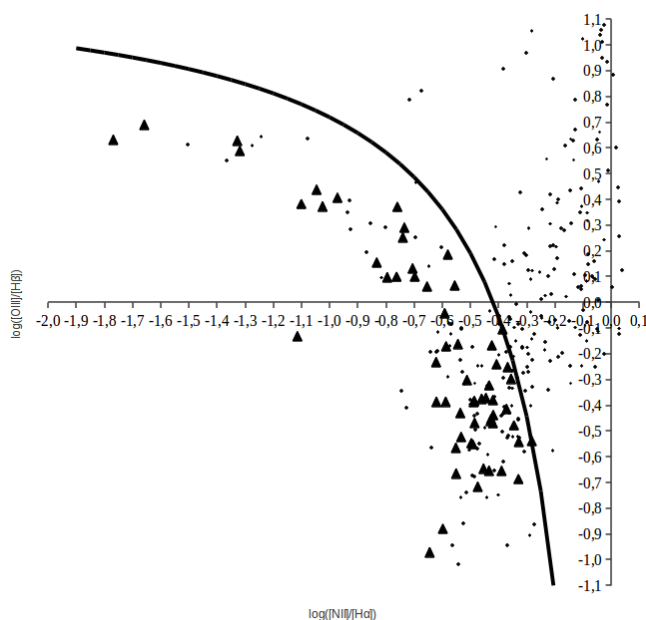


Рисунок 1. Распределение галактик SDSS с рентгеновским излучением в зависимости от относительной интенсивности эмиссионных линий.

Таблица 1. Параметры моделей рентгеновских спектров

Галактика	I Zw 49	NGC4254	NGC4303	NGC4490	NGC5907
Модель	powerlaw *phabs	bbody	phabs(phabs *raymond +powerlaw)	powerlaw *phabs	powerlaw *phabs +gaussian
Хи-квадрат	1.24	2.94	0.95	0.60	0.93
Показатель степени	2.66 ± 0.13		2.82 ± 0.10	2.06 ± 0.11	1.67 ± 0.09
Нормировка, кэВ/с/см ² /кэВ * 10 ⁻⁴	1.5 ± 0.3	0.055 ± 0.004	0.52 ± 0.09	1.0 ± 0.2	3.4 ± 0.7
nH, 10 ²² см ⁻²	0.17 ± 0.02		0.50 ± 0.02	0.20 ± 0.03	0.57 ± 0.05
kT, eV		202±5	181±4		

В дальнейшем мы планируем проанализировать рентгеновское излучения 138 АЯГ нашей выборки (расположены над кривой на Рис. 1). Предварительная проверка показала, что для 19 из них могут быть построены рентгеновские спектры по данным наблюдений XMM-Newton.

Литература

1. XMM-Newton Survey Science Centre Consortium: 2008, The XMM-Newton 2nd Incremental Source Catalogue (2XMMi) / Leicester, UK
2. F.-X.Pineau et al.: 2011, A&A, Vol.527, p.126.
3. K.N.Abazajian et al.: 2009, ApJS, Vol.1182, p.543.
4. J.Baldwin, M.Phillips, R.Terlevich: 1981, PASP, Vol.93, p.5.
5. G.Kauffmann et al.: 2003, MNRAS, Vol.346, p.10.
6. R.Soria, K.K. Ghosh: 2005, ApJ, Vol.696, N.1, p.287.
7. Y.Yamasaki et al.: 2009, PASJ, Vol.61, p.291.
8. M.Cappi et al.: 2006, A&A, Vol.446, p.459.
9. C.Raymond, W.Smith: 1977, ApJS, Vol.35, p.419.