

Г. М. ТОВМАСЯН, С. А. АКОПЯН

РАДИОНЗЛУЧЕНИЕ И АКТИВНОСТЬ ЯДЕР
СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК

На основе результатов радионаблюдений спиральных галактик одного морфологического подтипа (Sbc) [11] подтверждено, что частота встречаемости радионизлучения в них, а также их радиосветимость, коррелируют с оптическими признаками активности ядер галактик, определяемых в соответствии с бюраканской классификацией центральных частей галактик [2, 5]. При этом активность ядер проявляется и в радионизлучении дисков галактик, имеющих достаточно большие размеры.

Бюраканская классификация галактик (см. [1] и ссылки в ней), основные принципы которой были даны В. А. Амбарцумяном [2], выявила определенные различия в структуре ядерных областей спиральных галактик. Сопоставление бюраканских классов с результатами исследования радионизлучения соответствующих галактик показало [3, 4], что, как и предполагалось [5], галактики с оптическими признаками активности их ядер, то есть галактики со звездообразными и звездоподобными ядрами, обозначаемые баллами 5 и 4, а также галактики с расщепленными ядрами (2s) и, в какой-то мере, галактики с оценками 2, наиболее часто обладают измеримым радионизлучением и, следовательно, действительно, находятся в активной фазе своего развития. Частота встречаемости радионизлучения оказалась значительно меньше у галактик с оценками 3 и 1, то есть у галактик без каких-либо оптических признаков активности их ядер.

Обнаруженное различие радионизлучательных свойств спиральных галактик, в зависимости от структуры центральных областей, оказалось намного более сильным, чем обнаруженная ранее [6] зависимость от морфологического типа. Были замечены также некоторые различия спектральных индексов спиральных галактик различных морфологических подтипов [7]. Как было, однако, показано в работах [3, 4], радионизлучательные особенности спиральных галактик непосредственно связаны с активными процессами в их ядрах, независимо от морфологического типа. А некоторая замеченная зависимость от морфологического типа была, по всей видимости, обусловлена различным представительством галактик отдельных бюраканских классов в группах галактик различных морфологических подтипов. О протекании активных процессов в галактиках с оценками 5 и 4 свидетельствует и обнаружение истечения газа из их ядер со скоростями в несколько км.с⁻¹ [8].

Как выяснилось [9], и по своим U—B, B—V цветам центральные области галактик различных бюраканских классов оказались различными: центральные области галактик с признаками активности их ядер (с баллами 2s, 5, 2 и 4) оказались заметно голубее, чем цвета тех же областей галактик с оценкой 3. При этом было также показано, что это различие не обусловлено морфологическими типами галактик, т. е. не обусловлено воздействием на измеряемые цвета звездного населения спиральных рукавов рассматриваемых галактик.

В последние годы обзоры радиоизлучения спиральных галактик проводятся с радиотелескопами со все более низкой предельной чувствительностью, что позволяет обнаруживать слабое радиоизлучение от большинства из них. При этом одна лишь частота встречаемости радиоизлучения у галактик тех или иных типов перестает уже быть параметром, определяющим радиоизлучательные свойства соответствующих групп галактик. В таких условиях, если количество наблюдаемых галактик в различных группах достаточно, то, конечно, целесообразно исследовать функцию радиосветимости, если нет, то можно хотя бы посмотреть, имеются ли различия в средней мощности радиоизлучения различных групп галактик. В работе [10] уже было показано, что радиоиндекс, т. е. отношение радиосветимости к интегральной оптической светимости галактик регулярно уменьшается при переходе от галактик с наиболее активными ядрами, принадлежащими бюраканским классам 5 и 2s, через галактики с менее ярко выраженной активностью (с оценками 4 и 2) к галактиками без явных признаков активности ядер (с оценками 3 и 1). Зависимость мощности радиоизлучения спиральных галактик от их бюраканского класса была замечена и в работе [4].

Недавно на VLA на частоте 1465 МГц было выполнено наблюдение 88 галактик только одного морфологического подтипа, а именно Sbc, с достаточно низкой предельной чувствительностью: ~ 1 мЯн при регистрации точечных источников и 5—10 мЯн при регистрации протяженных источников [11]. Для 59 из этих галактик имеются бюраканские классы [1], что предоставляет возможность проверить сделанные ранее выводы.

Из-за большей чувствительности радиотелескопа, процент галактик с обнаруженным радиоизлучением здесь заметно выше, чем в случае других радиообзоров, однако и здесь, как это видно из табл. 1, очевидна та же зависимость, замеченная и раньше—относительное количество галактик с радиоизлучением, как исходящим из самого ядра, так и из диска, выше среди галактик бюраканских классов 5 и 2s, несколько меньше среди галактик классов 4 и 2 и еще меньше среди галактик классов 3 и 1. В табл. 1 из-за небольшого количества исследованных галактик данные по галактикам типов 5 и 2s, 4 и 2, 3 и 1 сведены вместе.

Таблица 1

Относительное количество галактик с радиоизлучением среди галактик различных бюраканских классов

Число галактик	Бюраканские классы			
	2s и 5	4 и 2	3 и 1	все
N—число рассмотренных галактик	10	32	17	59
N_d —число галактик с радиоизлучением диска	10	23	10	43
N_d/N (%)	100	72	59	73
N_n —число галактик с радиоизлучением ядра	6	12	5	23
N_n/N (%)	60	37	29	39

Оценим вероятности случайного наличия у галактик различных групп, образующих рассмотренную выборку из 59 галактик, приведенного в таблице процента радиоизлучения того или иного типа.

У 43 из 59, т. е. у 73% присутствует дисковый радиоисточник. Если из выборки с таким составом отобрать 10 случайных галактик, то вероятность того, что у всех 10 будет дисковое радиоизлучение (га-

лактики типов 5 и 2s) равна 0.03. Вероятность отбора 17 галактик, среди которых у 10 имеются радиоизлучающие диски (галактики типов 3 и 1), равна 0.08. А подвыборку, состоящую из 32 галактик (типов 4 и 2), 23 из которых обнаруживают дисковый радиосточник можно получить значительно легче, с вероятностью 0.23. Вероятность, что основная выборка разобьется на три именно такие, вышеуказанные подвыборки, т. е. что больший процент радиоизлучения дисков окажется у галактик с активными ядрами и меньший—у галактик без признаков активности существенно меньше. Она равна всего 0.005.

Ядерные радиосточники имеются у 23 из 59 галактик. Вероятности случайного отбора из выборки с таким составом подвыборок, соответствующих трем рассмотренным группам равны: 0.09—для галактик типов 2s и 5 (6 из 10), 0.15—для галактик типов 3 и 1 (5 из 17) и 0.20—для галактик типов 4 и 2 (12 из 32). С вероятностью 0.008 эти события могут произойти одновременно.

И уже совсем маловероятно, $P=4 \cdot 10^{-5}$, что и в первом случае, когда рассматриваются дисковые радиосточники, и во втором случае, при рассмотрении радиоизлучения ядер, количества галактик с радиоизлучениями у галактик с активными ядрами типов 2s и 5 будет больше ожидаемого и, наоборот, будет меньше в случае галактик типов 1 и 3 без видимых признаков активности. При этом мы предполагаем, что наличие дискового радиоизлучения никак не связано с наличием ядерного радиосточника.

Таким образом, можно с достаточной уверенностью сказать, что наблюдаемые относительные количества радиоизлучающих ядер и дисков у групп различных бюраканских классов не являются случайными.

Итак, результаты радионаблюдений только одного морфологического подтипа показывают, что наличие как ядерных радиосточников в них, так и, что очень существенно, наличие радиоизлучения диска непосредственно коррелируется с оптическим видом ядра галактик.

Из рассмотрения табл. 2, в которой приведены средние расстояния различных групп галактик, может создаться впечатление, что больший процент обнаруживаемости радиоизлучения от галактик классов 2s и 5 обусловлен их близостью к нам.

Таблица 2
Средние расстояния в Мик различных групп галактик

Группы галактик	Бюраканские классы		
	2s и 5	4 и 2	3 и 1
Д (+)	19.0±12.7	27.9±13.7	23.8±15.0
Д (-)	—	18.6±2.9	20.6±12.5
Я (+)	14.0±6.2	23.5±8.4	18.5±8.2
Я (-)	26.5±15.9	26.8±14.9	24.2±12.0

+—обозначает наличие соответствующего радиоизлучения,
—отсутствие такового

То, что это может быть не так, видно из того, что группы галактик 4, 3, 2 и 1 без обнаруженного радиоизлучения диска находятся даже ближе, чем галактики тех же группы с обнаруженным радиоизлучением. В этом убеждает и рассмотрение радиосветимостей исследованных групп галактик (см. рис. 1 и 2). Из рисунков видно, что об-

наруженные различия в частоте встречаемости радиоизлучения различных групп галактик обусловлены именно различиями оптического вида их центральных частей.

На рис. 1 и 2 соответственно представлены диаграммы: радиосветимость ядерного источника—бюраканский класс и полная радиосветимость—бюраканский класс.

На этих рисунках черными кружками обозначены логарифмы измеренных значений радиосветимостей галактик, светлыми кружками

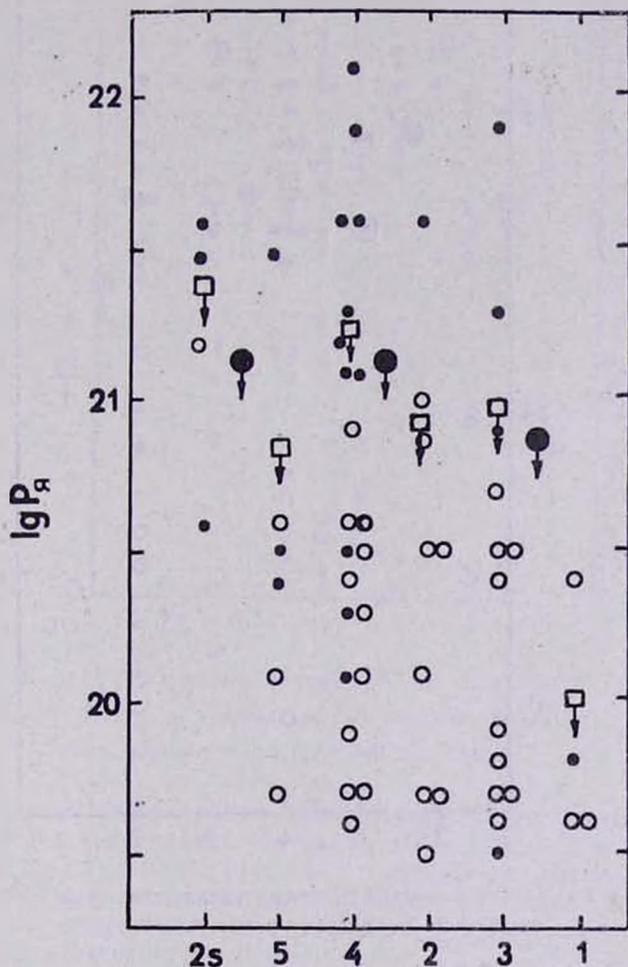


Рис. 1. Зависимость радиосветимостей ядерных радионисточников от бюраканского класса галактик

обозначены верхние пределы радиосветимостей соответствующих галактик без измеренного радиоизлучения. Квадратиками обозначены логарифмы средних значений радиосветимостей соответствующих групп галактик. Наличие направленной вниз стрелки указывает, что при расчете средних значений радиосветимостей учтены и верхние пределы радиосветимостей галактик без измеренного радиоизлучения. Черными большими кружками указаны логарифмы средних значений

радиосветимостей галактик рассмотренных пар бюраканских классов: 2s и 5, 4 и 2, 3 и 1.

Рассмотрение этих рисунков четко указывает на уменьшение логарифмов средних значений радиосветимостей как дисковых, так и центральных радиосточников при переходе от галактик с наиболее

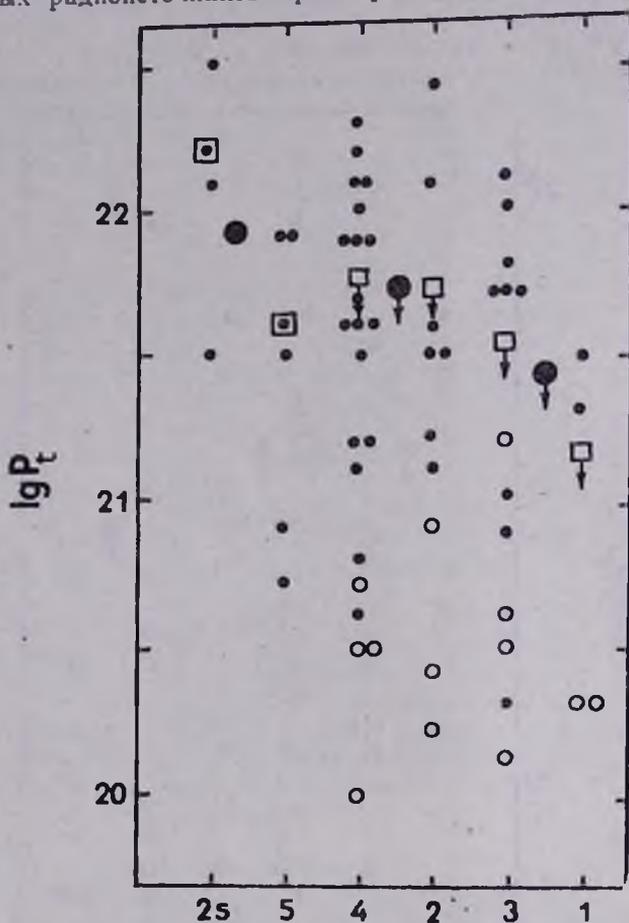


Рис. 2. Зависимость полных радиосветимостей галактик от их бюраканского класса

яркими оптическими признаками активности 2s и 5 к наименее активным галактикам с оценками 3 и 1.

На рис. 3 представлены логарифмы отношений радиосветимостей дисков галактик к их интегральной оптической светимости для галактик различных классов. Обозначения такие же, как и на рис. 1 и 2. Из рисунка видно, что при переходе от галактик с активными ядрами к менее активным галактикам указанное отношение уменьшается.

Таким образом, рассмотрение результатов радионаблюдений спиральных галактик одного морфологического подтипа, Sbc, определенно указывает как на большую частоту встречаемости радиоизлучения среди галактик с более явными оптическими признаками активности

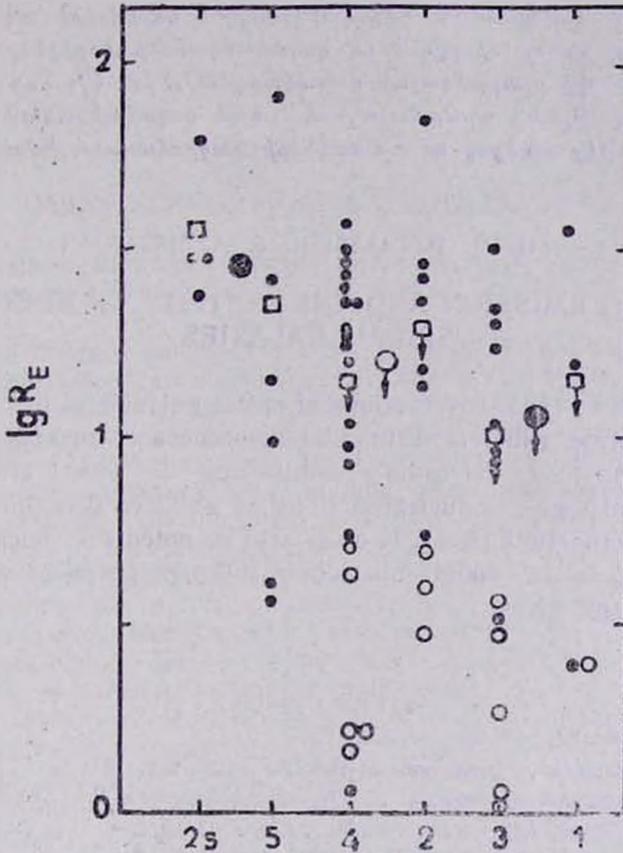


Рис. 3. Зависимость отношения радиосветимостей дисков к интегральной оптической светимости галактик от их бюраканского класса

— в соответствии с бюраканской классификацией центральных частей галактик, так и на определенную зависимость средней радиосветимости галактик от оптических признаков активности. Важно при этом, что активность ядер сказывается не только на радиоизлучательных свойствах самих ядер, но и на мощности радиоизлучения дисков галактик, имеющих большие размеры.

10 мая 1987 г.

Հ. Մ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ, Ս. Ա. ՀԱԿՈԲՅԱՆ

ՊԱՐՈՒՐԱԶԵԿ ԳԱՂԱԿՏՐԿԱՆՆԵՐԻ ԿՈՐԻՉՆԵՐԻ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՌԱԴԻՈՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ

Մի ձևարանական ենթադրաբի՝ She պարուրաձև վալակտիկաների ռադիո-գիտումների [1] հիման վրա հաստատվում է, որ դրանցում ռադիոճառա-

գայթաման առկայության հաճախականությունը, ինչպես նաև դրանց ռադիոլուսատվությունը կախված են գալակտիկաների կորիզների ակտիվության նշաններից, որոնք որոշվում են գալակտիկաների կորիզների կենտրոնական տիրույթների բյուրականյան դասակարգմամբ [2, 5]: Հնդ որում, կորիզների ակտիվությունը արտահայտվում է նաև գալակտիկաների բավականաչափ մեծ չափեր ունեցող սկավառակների ռադիոճառագայթման մեջ:

H. M. TOVMASSIAN, S. A. HAKOPIAN

THE RADIO EMISSION AND THE ACTIVITY OF NUCLEI OF SPIRAL GALAXIES

The results of radio observations of spiral galaxies of the same morphological subtype (Sbc) confirm, that the occurrence of radio emission from them and also the radio luminosities of them are correlated with optical signs of nuclear activity of galaxies determined by the Byurakan classification [2, 5]. It must also be noted that nuclear activity is displayed by the radio emission of disks of galaxies, which have sufficiently large sizes.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сообщения Бюраканской обс., 47, 43, 1975.
2. V. A. *Ambartsumian*, Transactions of the IAU, 12B, 578, 1964.
3. Գ. Մ. Կովմասյան, Աստրոֆիզիկա, а) 2, 419, 1966; б) 3, 555, 1967; в) 18, 25, 1982.
4. H. M. *Tovmassian*, Astrophys. J. Letters, 178, L 47, 1972.
5. A. T. *Կալոգլյան* Գ. Մ. Կովմասյան, Сообщ. Бюраканской обс., 36, 31, 1964.
6. D. S. *Heeschen*, C. M. *Wade*, Astron. J. 69, 277, 1964.
7. K. D. *Ekers*, in "Structure & Properties of Nearby Galaxies", eds. E. M. *Bertkij* s n & R. *Wielebinski*, p. 221, 1978.
8. B. M. *Lewis*, Observatory. 95, 168, 1975.
9. Գ. Մ. Կովմասյան, Շ. Ա. Ակոպյան, Աստրոֆիզիկա, 26, 45, 1987.
10. H. M. *Tovmassian*, Y. *Terzian*, Astrophys. Letters, 15, 97, 1973.
11. E. *Hummel*, A. *Peddler*, J. M. *van der Hulst*, R. D. *Davies*, Astron. Astrophys. Suppl. Ser., 60, 293, 1985.