

АСТРОФИЗИКА

А. Т. Каллоглян

О динамической неустойчивости некоторых групп галактик

(Представлено академиком В. А. Амбарцумяном 15/IX 1961)

Благодаря работам В. А. Амбарцумяна ⁽¹⁾ в последние годы стало известно, что применение теоремы о вириале к некоторым группам и скоплениям галактик приводит к завышенным значениям масс последних по сравнению со значениями масс, определенными на основе исследования собственного вращения отдельных галактик. Поскольку теорема о вириале применима только к системам, полная энергия которых отрицательна, то был сделан естественный вывод о том, что такие группы и скопления галактик обладают положительной энергией. Иными словами, как указывает В. А. Амбарцумян, дисперсии скоростей в некоторых группах и скоплениях галактик столь велики, что они должны представлять собой распадающиеся системы.

В дальнейшем детальный анализ имеющихся данных относительно скопления галактик в Гаркулесе и квинтета Стефана привел Барбиджов к выводу, что эти системы также должны обладать положительной энергией, если не допустить для компонентов этих систем весьма высокое значение отношения масса-светимость ^(2,3). К тому же выводу пришел де Вокулер относительно системы ярких галактик в Скульпторе ⁽⁴⁾.

С другой стороны, высокое значение отношения масса-светимость для эллиптических компонентов двойных галактик, полученное недавно Пейджом ⁽⁵⁾, приводит к предположению, что среди них также могут встречаться системы с положительной энергией.

Возражения Лимбера и Матью ⁽⁶⁾ относительно динамической неустойчивости квинтета Стефана, хотя и не лишены интереса, кажутся нам несколько искусственными. Во всяком случае, их возражения могут относиться лишь к вопросу о знаке полной энергии этого квинтета.

В настоящей статье рассмотрены четыре группы галактик, которые, судя по имеющимся данным, должны обладать положительной энергией.

Радиальные скорости галактик взяты из работы Хюмасона, Мэйо-ла и Сандейджа (7).

1. *Группа NGC 68, 69, 71, 72 и анонимная.* Эти пять галактик составляют тесную группу около центра: $\alpha_{1950} = 0^h 15^m 9$, $\delta_{1950} = +29^\circ 47'$. Она находится на расстоянии 9×10^7 пс., если принять, как и в дальнейшем, значение хаббловской постоянной $H = 75$ км/сек на 1 Мпс. Радиальная скорость NGC 68 (несомненно, связанная с группой) относительно центра масс системы составляет -775 км/сек. Применение теоремы о вириале к этой группе при факторах проекции для расстояния между членами группы $\rho = 1.5$ и для перевода радиальных скоростей в пространственные $K = \sqrt{3}$ приводит к нижеприведенным данным:

NGC	Тип	V_r (км/сек)	m_{pg}	M_{pg}	L_z / L_\odot	m_z / m_\odot (при $f_E = 60$)	m_z / m_\odot (из теоремы вириала)
68	SO	6012	$14^m.68$	$-20^m.6$	2.5×10^{10}	1.5×10^{12}	1×10^{13}
69	SBO	6862	15.89	-19.4	8.1×10^9	4.8×10^{11}	3.1×10^{12}
71	E2	6816	14.92	-20.4	2.0×10^{10}	1.2×10^{12}	8.0×10^{12}
72	SBa	7201	14.75	-20.5	2.2×10^{10}	1.3×10^{12}	8.7×10^{12}
Анон	E4	7032	15.87	-19.4	8.1×10^9	4.8×10^{11}	3.1×10^{12}

Видимые звездные величины галактик взяты из списка Петита (8). Отношения L_r / L_\odot были вычислены, как и в дальнейшем, при $M = +5^m.37$ (9), с учетом галактического поглощения по формуле $A_{pg} = 0.25 \operatorname{cosec} b$.

В предпоследнем столбце таблицы приведены массы, вычисленные при $f_E = \frac{m_r / m_\odot}{L_r / L_\odot} = 60$ для всех пяти галактик. Последний столбец таблицы содержит массы, полученные при применении теоремы о вириале, допуская, что массы галактик пропорциональны их светимостям. Как видно из приведенных данных, применение теоремы о вириале приводит к завышению масс почти всех членов на один порядок. Для отношения масса-светимость получается значение:

$$f_E = 385,$$

что слишком велико даже для эллиптических галактик, а в особенности для одного члена группы типа SBa.

2. *Группа, содержащая NGC 80 и 83.* Физическая связь галактик NGC 80 и 83, типов SO и EO, не подлежит сомнению ($\alpha_{1950} = 0^h 15^m 9$, $\delta_{1950} = +22^\circ 7'$). Их радиальные скорости отличаются друг от друга почти на 1000 км/сек. В области NGC 80 и 83 имеются более слабые галактики, входящие, по-видимому, в ту же группу. Звездные величины NGC 80 ($13^m.9$) и 83 ($14^m.3$) были взяты из списка Сандейджа (7). Звездные величины остальных 11 галактик были грубо оценены нами на паломарской карте, причем все яркости были нарочно несколько завышены. Наиболее яркая из этих галактик имеет звездную величину $15^m.5$.

За исключением радиальных скоростей других галактик, кроме NGC 80 и 83, были вычислены гравитационные потенциалы в точках расположения последних. Значение кинетической энергии вычислялось исходя из радиальной скорости каждой из этих галактик относительно их центра масс. На основании допущения об отрицательности полной энергии каждой из этих галактик была определена нижняя граница отношения масса-светимость для эллиптических галактик (f_E), принимая при этом, что для спиральных галактик это отношение (f_S) равняется половине f_E . Такое предположение уменьшает конечное значение f_E , так как в группе имеются спиральные галактики поздних типов, для которых $f_S < \frac{f_E}{2}$. Значения факторов проекции те же, что и в предыдущем случае.

В результате вычислений получены следующие значения для отношения масса-светимость:

$$f_E = 330$$

по NGC 80 и

$$f_E = 270$$

по NGC 83.

3. *Двойная галактика* NGC 7385, 7386. Физическая связь этих галактик не подлежит сомнению. ($\alpha_{1950} = 22^{\text{h}} 47^{\text{m}} 5$, $\delta_{1950} = +11^{\circ} 24'$). По сравнению с окружающими галактиками NGC 7385 (EO) и 7386 (SO) являются весьма яркими. Поэтому мы пренебрегли окружающими галактиками и вычислили нижний предел суммы масс двойной галактики при $p = 1.5$ и $K = \sqrt{2}$. В результате было получено:

$$m_1 + m_2 = 4.8 \times 10^{13} m_{\odot}.$$

Сумма масс, вычисленная по светимостям обеих галактик при $f_E = 60$, равняется $4.2 \times 10^{12} m_{\odot}$. Таким образом, для устойчивости системы необходимо, чтобы масса каждой из двух галактик была на один порядок больше, чем получается по их светимостям. Для отношения масса-светимость имеем:

$$f_E = 685.$$

4. *Цепочка галактик*. $\alpha_{1950} = 1^{\text{h}} 4^{\text{m}} 6$, $\delta_{1950} = +32^{\circ} 8'$. Эта группа состоит из девяти членов, семь из которых составляют цепочку галактик. В области системы находятся галактики, намного слабее ее составляющих и, весьма вероятно, не принадлежащих к исследуемой системе. Сравнительно яркие галактики встречаются лишь на расстоянии более чем $20'$ от центра группы.

Звездные величины членов группы взяты из списка Сандейджа. Звездная величина NGC 382 оценена нами на паломарской карте ($15^{\text{m}} 5$). Все девять составляющих группы принадлежат к типам E или SO.

Применение теоремы о вирнале к данной группе приводит к значению

$$f_E = 260.$$

при $p = 1.5$, $K = \sqrt{3}$.

Заклучение. Полученные результаты показывают, что для динамической устойчивости исследованных групп галактик необходимо, чтобы отношение масса-светимость для эллиптических галактик и галактик типа SO было порядка 300 для трех групп и около 700—для пары NGC 7385, 7386. Из подробного анализа имеющихся данных относительно отдельных и двойных галактик, проделанного Лимбером⁽¹⁰⁾, следует, что отношение масса-светимость для галактик типов E и SO должно быть в среднем около 40. В последней своей работе Пейдж⁽⁵⁾ получил $f_E = 70$ при допущении $H = 75$ км/сек на Мпс. Наличие межгалактической материи может значительно уменьшить это значение лишь при плотностях не менее 10^{-24} г/см³, что уже сравнимо с плотностью материи в спиральных галактиках. Однако, как было отмечено выше, не исключена возможность, что среди двойных галактик имеются системы с положительной энергией, способствующих увеличению отношения масса-светимость. Тем не менее, принятое в настоящей работе значение $f_E = 60$ при определении масс галактик посредством их светимостей является, по-видимому, верхним пределом этого отношения для галактик типов E и SO.

Отметим, что в случае NGC 80 и 83 было принято $f_s = f_E/2$, причем для f_E получилось значение около 300. Следовательно, для устойчивости системы отношение масса-светимость для входящих в эту группу спиральных галактик должно быть более чем на один порядок больше, чем обычно получается для одиночных и входящих в двойные системы спиральных галактик.

Таким образом, полученные выше результаты приводят к заключению, что, если не допустить очень высокие значения для отношения масса-светимость в эллиптических галактиках, то при всей неуверенности в значениях факторов проекции и при любых разумных значениях плотности межгалактической материи, исследуемые группы галактик должны обладать положительной энергией, т. е. должны находиться в процессе распада.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

Ա. Տ. ՔԱԼԼՈՂԼՅԱՆ

Պալակտիկաների մի քանի խմբերի դինամիկական անկայունության մասին

Կայունության պայմանների, այդ թվում՝ զիրիայի թեորեմի կիրառումը պալակտիկաների չորս ուսումնասիրված խմբերի նկատմամբ բերում է դանդաղ-ուսատվություն հարաբերության շատ մեծ արժեքների՝ համեմատած առանձին և կրկնակի պալակտիկաների վերաբերյալ նույն հարաբերության գոյություն ունեցող արժեքների հետ: Այստեղից արվում է հետևություն, որ պալակտիկաների բննարկվող խմբերը միջպալակտիկ նյութի բնդունելի խտության և սլոնեկցիայի գործակիցների մեջ եղած հնարավոր սխալների զեպքում պետք է ունենան զրական էներգիա, այսինքն՝ պետք է գտնվեն քայքայման վիճակում:

ЛИТЕРАТУРА — ՉՐԱՇԱԾՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ В. А. Амбарцумян, Изв. АН АрмССР (серия физ-мат наук), II, N 5, 9 (1958). ² Г. Р. Барбидж и Е. М. Барбидж, Ар. J. 130, 15, 1959. ³ Г. Р. Барбидж и Е. М. Барбидж, Ар. J. 130, 629, 1959. ⁴ Ж. дэ Вокулер, Ар. J. 130, 718, 1959. ⁵ Т. Л. Пейдж, Ар. J. 132, 910, 1960. ⁶ Д. Н. Лимбер и В. Г. Матью, Ар. J. 132, 286 1960. ⁷ М. Л. Хюмасон, Н. У. Мэйол и А. Р. Сандейдж, А. J. 61, 97, 1956. ⁸ Е. Петит, Ар. J. 120, 413, 1954. ⁹ Дж. Стеббинс и Г. Крон, Ар. J. 126, 266, 1957. ¹⁰ Д. Н. Лимбер, Ар. J. 131, 168, 1960.