Uzbek Journal of Physics
Vol.21(№4) 2019 PP.203-207

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЛО СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК

К.А. Маннапова, К.Т. Миртаджиева

[1]Национальный университет РУз, Ташкент, Узбекистан
[2]Астрономический институт АН РУз, Ташкент, Узбекистан
(Получена 06.02.2019)

Мақолада спирал галактикалар рўйҳатидаги [1] маълумотлар спирал галактикалар галосининг физик характеристикалари билан тўлдирилди ва галога боғлиқ маълумотлар таҳлил қилинди. Шунингдек, уларнинг физик параметрлари орасидаги эмпирик боғланишлар кўриб чиқилди, бундан ташқари корреляция коэффициентлари ҳисобланди ва уларга мос гистограммалар олинди.

В данной работе нами были дополнены данные списка спиральных галактик в работе [1] физическими характеристиками гало спиральных галактик, проведен анализ данных гало спиральных галактик и рассмотрены эмпирические зависимости между их физическими параметрами. Также рассчитаны коэффициенты корреляции и построены соответствующие гистограммы.

In the paper, we supplemented the data on the list of spiral galaxies [1] with the physical characteristics of the spiral galaxies halo. The halo of spiral galaxies was analyzed and the dependencies between their physical parameters were considered. The correlation coefficients were calculated and corresponding histograms were plotted.

I. ВВЕДЕНИЕ

Как известно, спиральные галактики имеют гало, которое играет важную роль при их эволюции. Гало галактик представляет собой сферическое образование малой плотности, по-видимому, сплюснутое по оси. Полная масса звёздного гало составляет приблизительно 10^9–10^{11} $M_{сол}$, из которой около 1% приходится на шаровые скопления, а остальную часть составляют звёзды поля. Гало галактик также неоднородно и состоит из трех подсистем: довольно металличного толстого диска, мало-металличного собственного гало и аккрецированного гало (или короны). Только первые две подсистемы связаны с галактическим диском, тогда как последняя состоит из объектов, родившихся за пределами единого прото-галактического облака и впоследствии захваченных Галактикой. Самой большой подсистемой оказывается аккреционное гало, простирающееся почти до 100 кпк.

Галактическое гало составляет всего 1%–4% от общей звездной массы в нашей Галактике, и оно играет решающую роль в эволюции Галактики. Из-за эволюционных процессов, которые сформировали гало звезды, различные компоненты гало имеют различный механизм образования. Например, металличность внутреннего и внешнего гало достигает максимума в интервале от [Fe/H] ~ –1.6 до –2.2, а металличность звёзд в гало [Fe/H] ~ –1.4 и –1.9. Кроме того, звезды внутреннего гало на расстояниях до 10–15 кпк от центра Галактики делают один оборот со скоростью V~7±4 км·с$^{-1}$, а звезды внешнего гало, находящиеся на расстояниях 15–20 кпк, показывают круговое вращение с V~–80±13 км·с$^{-1}$. Разность компонентов возникает из-за различных механизмов формирования.

Исследование химического состава звезд гало может дать дополнительную информацию об образовании галактического гало, например, отношение α-элементов к железу (α/Fe) отражает историю нуклеосинтеза и химического обогащения звездной популяции; распределение (α/Fe) дает также информацию о месте рождения звезд. Недавние исследования показали, что толстый диск и звезды внутреннего гало имеют высокое содержание (α/Fe) [2].

Темная материя составляет основную часть общей массы гало и галактики, но из-за наблюдательных ограничений мало что известно о том, как она развивалась в галактиках. Исследованы различные методы измерения динамической массы и массы гало через кинематику и сопоставление численности. Эти методы носят статистический характер и не могут напрямую предсказать массу гало отдельных галактик. Соотношение звездной массы с массой гало примерно $\sim 10^{10}$ $M_{\odot}$. Предполагают, что отношения звездной массы к массе гало уменьшается, поскольку у звезд малой массы при z=1.5 $\log M_{*}$=10.5, $\log M_{halo}$=120. Увеличение массы гало может быть связано с красным смещением. Однако это может быть также связано с сокращением массивного гало. Галактическое гало и динамические массы могут быть использованы в дисперсии скорости галактики и ее вращательной скорости [3].

В работах M. Mouhcine [4] приведены результаты наблюдений гало некоторых спиральных галактик на расстоянии 10 кпк от центра галактик. Исследования показали, что гало в основном состоит из гигантских красных звезд, а это означает, что в гало нет молодых звезд в любой ее области. Также исследования показали, что металличность гало связана со светимостью, т.е. у более ярких галактик гало имеет большие значения металличности, чем у слабых. Это объясняется химической эволюцией, например, нагреванием газа у гало или же предшествовавшими карликовыми галактиками, которые позднее сливались, формируя звездное гало и увеличивая металличность.

В распределении металличности на расстояниях от 5 до 15 кпк от диска спиральных галактик наблюдаются три пика с [Fe/H] ~–0.6±0.1, –1.2±0.3 и –2.0±0.2, что соответствует массам подсистем гало: 19% толстого диска, 74% внутреннего гало и 7% внешнего гало. С увеличением расстояния от галактической плоскости значение металличности убывает, особенно на расстоянии 15 кпк оно состоит из звезд с низким содержанием металлов [5].

Также надо отметить, что формы гало редко бывают сферическими, их форма зависит от окружающей среды и аккреции. На ранних стадиях гало форма обычно вытянута и выровнена узким слоем, через которое подается масса, но с течением времени гало может стать трехосным или даже сплюснутым, и направление аккреции меняется с изменением красного смещения в эволюции гало, также меняется его форма с радиусом гало от центра. Объем звездного гало галактики, похожей на Млечный Путь, состоит также из небольшого количества массивных карликовых галактик. Поэтому возникает картина, в которой наиболее массивные гало не только могут определять форму звездного гало, но также устанавливают общую металлическую структуру, приводящую к образованию звезд. В последнее время благодаря доступности широкомасштабных данных глубокой визуализации проблема формы звездного гало Млечного Пути находится в центре внимания многих исследователей. В пределах 30 кпк от центра Галактики гало трехосное, с

самой длинной осью, смещенной на 70° по отношению к оси Галактики. Это раскрывает две большие избыточные плотности, совпадающие с основной полуосью гало. Выявлена кинематика всего внутреннего гало путем отображения амплитуд и направления собственных движений RR Лиры. Затем они сравниваются с простыми моделями с различными анизотропиями, чтобы показать, что во внутреннем гало преобладают звезды на высоко эксцентричных орбитах [6].

II. НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

В этой работе нами дополнен список спиральных галактик [1], добавлены параметры, связанные с гало, и проведен статистический анализ списка спиральных галактик, рассмотрены зависимости между параметрами спиральных галактик, рассчитан коэффициент корреляции и построены соответствующие гистограммы. Нами добавлены следующие параметры гало: абсолютная звездная величина; красные смещения; расстояния до галактики; масса гало; плотность газа в гало; поверхностная яркость гало; число шаровых скоплений в гало; масса шаровых скоплений; металличность гало; температура газа в гало.

На рис. 1 дана зависимость большой полуоси от массы гало. Эта зависимость имеет логарифмический характер.

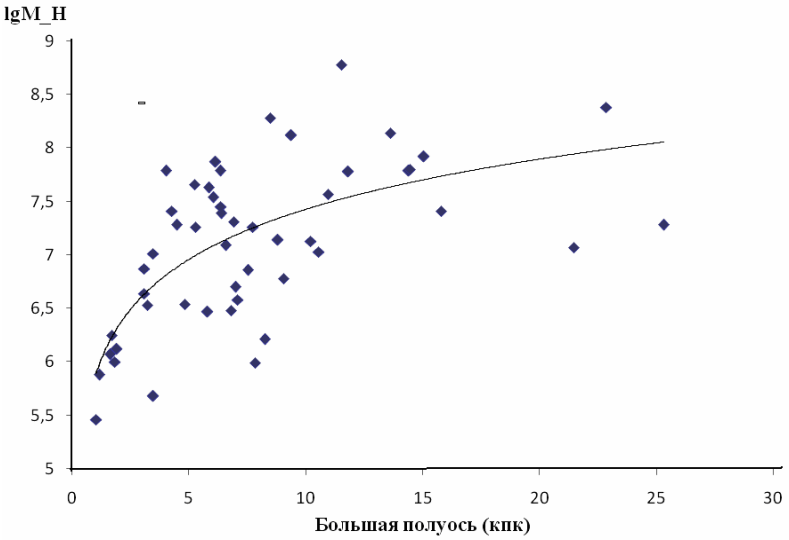


Рис. 1. График зависимости большой полуоси от массы.

Этот график надо понимать так, что с увеличением размера естественно увеличивается и масса объекта, а с другой стороны, чем больше расстояние до источника, тем больше и его абсолютная звездная величина.

На рис. 2 получена эмпирическая зависимость металличности от видимой звездной величины. Это означает, что чем больше гало-содержащие звезды богатые металлами, тем больше их светимость.

На рис. 3 дана зависимость металличности гало спиральных галактик от красного смещения, что указывает на то, что металличность гало уменьшается с увеличением расстояния до галактики.

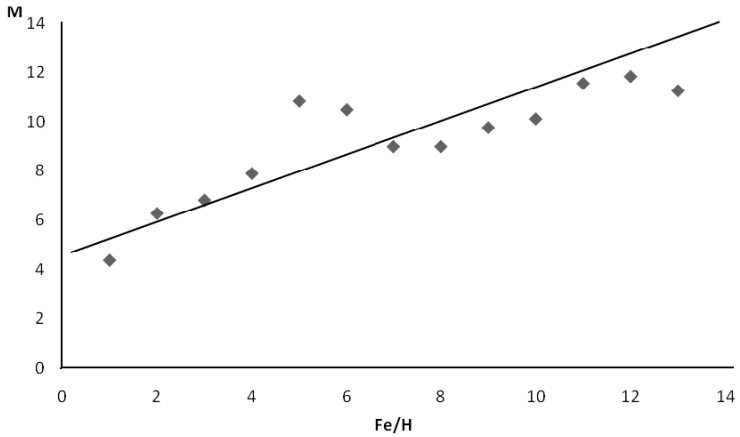


Рис. 2. График зависимости металличности от видимой звездной величины.

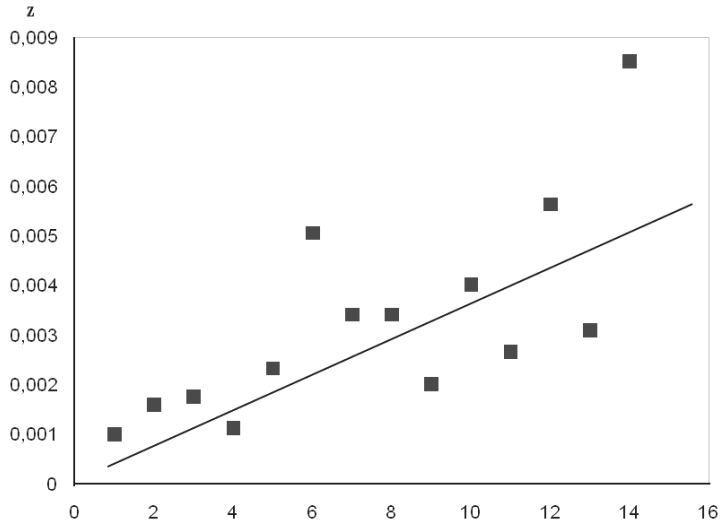


Рис. 3. График зависимости металличности от красного смещения.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой работе найдены указанные выше данные, связанные с гало спиральных галактик. Получены эмпирические зависимости массы гало спиральных галактик от большой полуоси спиральных галактик, которые указывают, что с увеличением размера естественно увеличивается и масса объекта, с другой стороны, также выяснено, что чем больше расстояние до источника, тем больше и его абсолютная звездная величина. Кроме того, получена эмпирическая зависимость металличности гало от красного смещения, которая показывает, что с увеличением расстояния от плоскости галактики уменьшается металличность гало спиральных галактик. Найдены и другие зависимости, связанные с яркостью, температурой, металличностью, абсолютной звездной величиной и плотностью газа в гало, которые мы приведем и проанализируем в последующих работах, так как для статистики наблюдательных данных, представленных здесь, недостаточно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ж.М. Ганиев, С.Н. Нуритдинов, И.У. Таджибаев, М. Ахмедов, Узбек. физич. журн. **18**, №4, 219 (2016).
2. Shuai Liu, Cuihua Du, Heidi Jo Newberg, Yuqin Chen, Zhenyu Wu, Jun Ma, Xu Zhou, Zihuang Cao, Yonghui Hou, Yuefei Wangand, Yong Zhang, ApJ. **862**, 163L (2018).
3. J. Christopher Conselice, Jonathan W. Twite, David P. Palamara, William Hartley, ApJ **863**, 42C (2018).
4. Mouhcine, R.M. Rich, H.C. Ferguson, T.M. Brown, T.E. Smith, ApJ **633**, 828 (2005).
5. Song Huang, Alexie Leauthaud, Jenny Greene, Kevin Bundy, Yen-Ting Lin, Masayuki Tanaka, Rachel Mandelbaum, Satoshi Miyazaki, Yutaka Komiyama, MNRAS **480**, 521H (2018).
6. Giuliano Iorio and Vasily Belokurov, MNRAS **482**, 3868I (2019).