

Э. А. Сергиенко – студент кафедры вычислительных систем и сетей
Е. Н. Котликов (д-р физ.-мат. наук, проф.) – научный руководитель

СПИРАЛЬНЫЕ ГАЛАКТИКИ

Спиральные галактики – отдельный подвид галактик, впервые описанный Эдвином Хабблом в его работе «The Realm Of Nebulae» в 1939 году [1]. Спиральные галактики состоят из плоского вращающегося диска, содержащего звёзды, газ и звёздную пыль; и из скопления звёзд в центре галактики, называемого балдж. Диск и балдж окружены разреженным гало из звёзд, большинство из которых формируют шаровые звёздные скопления. Примерно две трети наблюдаемых спиральных галактик имеют также так называемую перемычку («бар») в центре галактики, от концов которой и отходят спиральные рукава [2].

Наряду с неправильными галактиками, спиральные галактики составляют примерно шестьдесят процентов всех галактик в нашей Вселенной [3]. Как правило, они расположены удалённо от других галактик, и редко в центре галактических скоплений [4].

Галактика Андромеды (M31/NGC 224) – спиральная галактика, располагающая примерно в 2.6 миллионах световых лет от Земли в созвездии Андромеды, и это ближайшая к нам спиральная галактика [5]. Также, это самая большая галактика в Местной группе галактик, с диаметром в более чем 220,000 св. лет. Исследования в 2006 году показали, что M31 содержит в себе примерно один триллион (10^{12}) звёзд: как минимум, в два раза больше, чем в Млечном пути, в котором примерно 200 – 400 миллиардов. Наша галактика и галактика Андромеды приближаются друг к другу, и столкнутся примерно через 3 – 4 миллиарда лет [6].

Изображение двух взаимодействующих спиральных галактик NGC 2207 и IC 2163, находящихся в созвездии Большой Пес (рисунок 1). Мощные приливные силы от NGC 2207 исказили форму IC 2163 и привели к извержению из нее звезд и газа в виде длинных потоков, протянувшихся на сотню тысяч световых лет к правому краю изображения. Вычисления показывают, что IC 2163 огибает NGC 2207 в пролете против часовой стрелки. IC 2163 не имеет достаточной кинетической энергии, чтобы выйти из гравитационного поля NGC 2207, и ей придется в будущем обращаться вокруг большей галактики снова и снова. Скованные взаимным притяжением, эти галактики будут продолжать искажать и разрушать друг друга приливами, обращаясь вокруг общего центра масс. В конечном счете, через миллиарды лет они объединятся в единую более массивную галактику.



Рис. 1. Взаимодействие спиральных галактик



Рис. 2. Спиральная галактика NGC 7742

Возможный результат слияния этих двух галактик, или слияния нашей галактики и галактики Андромеды – это «галактики антенн», или два объекта - NGC 4038 и NGC 4039, находящиеся в созвездии Ворон. Примерно 1,2 миллиарда лет назад это были две спиральные галактики. 900 млн. лет назад, они сблизилась примерно так же, как и галактики NGC 2207 и IC 2163. 600 млн. лет назад галактики прошли сквозь друг друга, и примерно через 400 млн. лет они сформируют единую галактику. Согласно расчетам, новая галактика будет эллиптической [7].

На следующей фотографии показана галактика NGC 1300. Эта массивная галактика имеет диаметр в 110,000 световых лет и удалена от нас на 61 миллион световых лет. Это одна из галактик из звездного скопления Fornax. Через центр галактики проходит перемычка, которая охватывает ее ядро. Примечательно, что в ядре большой спиральной структуры NGC 1300 располагается ещё одна небольшая спиральная структура диаметром примерно 3,300 световых лет. Такие небольшие спирали в центре имеют только галактики с большими перемычками.

Галактика Водоворот (M51a/NGC 5194) – это спиральная галактика в созвездии Гончие Псы на расстоянии 23 млн. световых лет от Земли [8]. Диаметр галактики составляет около 80 тысяч световых лет. Галактики M51a и M52b представляют собой одну из самых исследованных пар взаимодействующих галактик. Эти две галактики соединены между собой пылевым мостом.

Галактика Головастики (UGC 10214) – спиральная галактика с перемычкой, расположенная на расстоянии около 400 млн. св. лет от Земли. В недалеком прошлом эта галактика испытала столкновение с другой галактикой, что привело к образованию длинного (около 3000 св. лет) хвоста из звезд и газа. Длинный хвост придает галактике сходство с головастиком, откуда и произошло её название. Предполагается, что произошло лобовое столкновение с небольшой неправильной галактикой, что привело к взаимному выбросу вещества галактик. Во время этого столкновения приливные силы выбросили из спиральной галактики звёзды, газ и пыль, которые и сформировали яркий хвост.

Галактика NGC 1313 – это спиральная галактика с перемычкой и с диаметром примерно в 50 тыс. св. лет, располагающаяся примерно в 14 млн. св. лет от Земли в созвездии Сетка. Она примечательна своей необычной формой, а также тем, что центр её вращения располагается не в центре самой галактики. Вероятнее всего, это вызвано взаимодействием с другой галактикой, NGC 1309.

NGC 7742 – спиральная галактика без перемычки в созвездии Пегас. Необычность этой галактики в том, что у неё есть внутреннее кольцо из газа [9]. Обычно, для образования такого кольца нужна перемычка, гравитационные силы которой притягивали бы газ, и образовывали из него кольцо, как можно наблюдать во многих спиральных галактиках с перемычкой. Но в этой галактике перемычка отсутствует, и объяснить наличие внутреннего кольца этой теорией невозможно. Некоторые астрономы склоняются к тому, что кольцо было образовано в результате слияния NGC 7742 с другой, меньшей по размеру, но богатой газом галактикой (рисунок 2).

Одной из главных проблем в исследовании галактик является проблема вращения спиральных галактик и формирования спиральных ветвей. Из-за того, что угловая скорость вращения рукавов зависит от расстояния до центра галактики (в соответствии со стандартной солнечной гравитационной моделью), то рукава будут как бы «наматываться» на центр, и не будет возможности существования спирали обычной формации. Но расчёты показывают, что возраст галактик в несколько десятков раз больше периода оборота рукавов, а сами рукава «намотаны», как правило, всего лишь на несколько оборотов.

Одной из самых популярных теорий, решающей эту проблему, является теория С. С. Лина и Франка Шу 1964 года [10]. В ней рукава рассматриваются как области повышенной плотности, которые вращаются вокруг центра галактики независимо от звёзд. Таким образом, звёзды, движущиеся со скоростями, отличными от скорости рукавов, могут спокойно проходить сквозь них. Эта теория объясняет и наличие молодых более ярких звёзд в рукавах, так как рукав, проходя сквозь космический газ, будет способствовать активному звездообразованию.

Также, существуют теория, согласно которой спиральные ветви постоянно находятся в процессе формирования – то есть, каждые 80 – 100 миллионов лет старые спирали «ломаются», и на их месте возникают новые. К сожалению, ни одна из теорий на сегодняшний день не может быть ни подтверждена, ни опровергнута, так как для этого потребуются миллионы лет наблюдений, а человечество наблюдает за галактиками всего лишь чуть больше столетия.

Библиографический список

1. *Hubble, E. P.* «The Realm of the Nebulae». New Haven: Yale University Press. 1936 г.
2. *D. Mihalas* «Galactic Astronomy», под ред. W. H. Freeman. 1968 г.
3. *Дж. Лавдей* «The APM Bright Galaxy Catalogue» //Monthly Notices of the Royal Astronomical Society № 278. 1996 г. Стр. 1025–1048.
4. *А. Дресслер* «Galaxy morphology in rich clusters – Implications for the formation and evolution of galaxies» //The Astrophysical Journal № 236. 1986 г. Стр. 351–365.
5. *I. Ribas* «First Determination of the Distance and Fundamental Properties of an Eclipsing Binary in the Andromeda Galaxy» // Astrophysical Journal Letters № 635. 2005 г. Стр. 37–40.
6. *A. Loeb; T. J. Cox* «The Milky Way's Destruction» // Astronomy. 2008 г. Стр. 28.
7. *J. E. Barnes; L. Hernquist* «Dynamics of interacting galaxies» //Annual Review of Astronomy and Astrophysics № 30. 1992 г. Стр. 705–742.
8. *K. Takats; J. Vinko* «Distance estimate and progenitor characteristics of SN 2005cs in M51» //Monthly Notices of the Royal Astronomical Society № 372. 2006 г. Стр. 1735.
9. *О. К. Сильченко; А. В. Моисеев* «Nature of Nuclear Rings in Unbarred Galaxies: NGC 7742 and NGC 7217» //Astronomical Journal № 131. 2006 г. Стр. 1366–1346.
10. *C. C. Lin; F. H. Shu* «On the spiral structure of disk galaxies» //The Astrophysical Journal № 140. 1964г. Стр. 646–655.