

Интересно, что это различие не ограничивается формой. Эллиптические галактики в скоплениях галактик — это гигантские галактики, в то время как эллиптические галактики вне скоплений — это карлики в мире галактик. Таким образом, мы впервые встретились с явлением различия типажа галактик в разных областях Вселенной.

Спиральные галактики

С несколько однообразными эллиптическими галактиками контрастируют спиральные галактики, являющиеся, может быть, самыми живописными объектами во Вселенной. У эллиптических галактик внешний вид говорит о статичности, стационарности. Спиральные галактики, наоборот, являют собой пример динамичности формы. Их красивые ветви, выходящие из центрального ядра и как бы теряющие очертания за пределами галактики, указывают на мощное, стремительное движение. Поражает также многообразие форм и рисунков спиральных ветвей. Несмотря на это многообразие, Хабл уловил возможность разбить спиральные галактики на подклассы. Мерой служит степень развития ветвей и размер ядра галактики. Спиральями, обозначаемыми Sa, он назвал галактики, у которых ветви развиты слабо, в некоторых случаях только намечаются. Ядра у таких галактик всегда большие, обычно составляют около половины наблюдаемого размера самой галактики. Из спиральных галактик Sa наименее выразительны, в них есть черты эллиптических галактик. Примером галактики типа Sa является NGC 3898 (рис. 33). Эта галактика расположена в созвездии Большой Медведицы. Последнее выражение нужно понимать так, что галактика на видимом небе занимает место в области этого созвездия, но она, конечно, находится далеко за пределами нашей Галактики.

Другой пример — галактика NGC 1302, у которой спиральные ветви обозначены совсем слабо (рис. 34), а у NGC 3368 они несколько более развиты (рис. 35).

Как правило, у галактики имеются две спиральные ветви, берущие начало в противоположных точках ядра, развивающиеся сходным, симметричным образом и теряющиеся в противоположных областях периферии галактики. Однако известны примеры большего, чем двух, числа спиральных ветвей в галактике. В других случаях

спирали две, но они неравноправны — одна значительно более развита, чем другая.

Следующий подкласс — Sb. У галактик этого типа спиральные ветви уже заметно развиты, но не имеют богатых разветвлений. Ядра меньше, чем у Sa. Примерами могут служить галактики NGC 488, NGC 3521 и NGC 6384 (рис. 36—38).



Рис. 33. Галактика NGC 3898 типа Sa.

Мы их расположили в порядке возрастания (небольшого) развития ветвей. Для этих трех галактик характерна множественность спиральных ветвей. В отличие от них, у галактики NGC 210 также типа Sb (рис. 39) только две четко выраженные почти не разветвленные спиральные ветви.

Галактикой Sb является также известная туманность Андромеды (NGC 224), которую мы подробнее опишем ниже.

Галактики с сильно развитыми, разделяющимися на несколько рукавов ветвями и малым в сравнении с ними

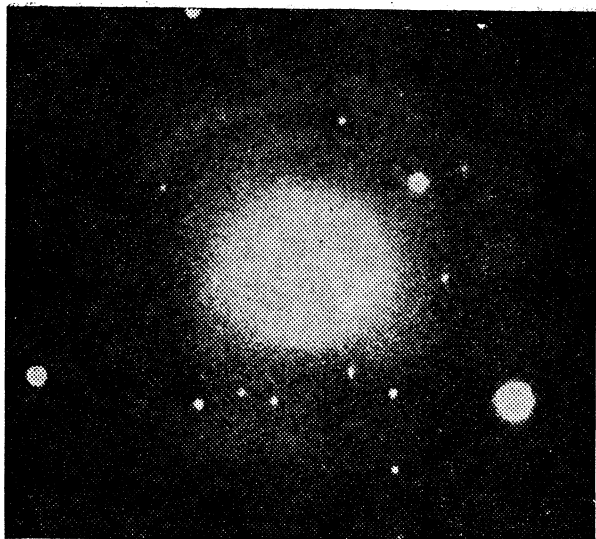


Рис. 34. Галактика NGC 1302 типа Sa.



Рис. 35. Галактика NGC 3368 типа Sa.

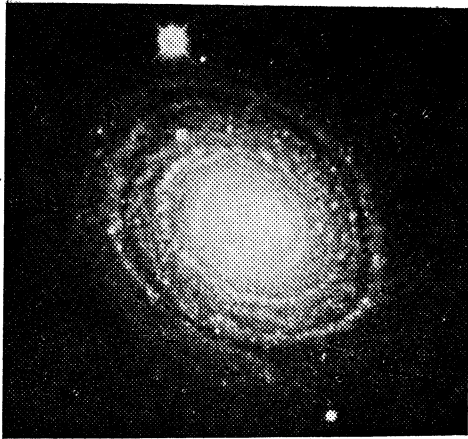


Рис. 36. Галактика NGC 488 типа Sb.



Рис. 37. Галактика NGC 3521 типа Sb.



Рис. 38. Галактика NGC 6384 типа Sb.



Рис. 39. Галактика NGC 210 типа Sb.

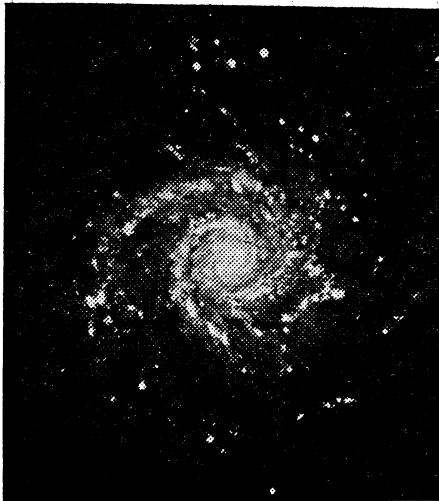


Рис. 40. Галактика NGC 628 типа Sc.



Рис. 41. Галактика NGC 1232 типа Sc.

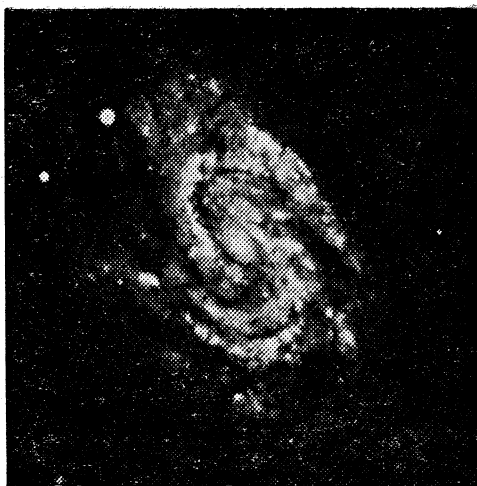


Рис. 42. Галактика NGC 157 типа Sc.

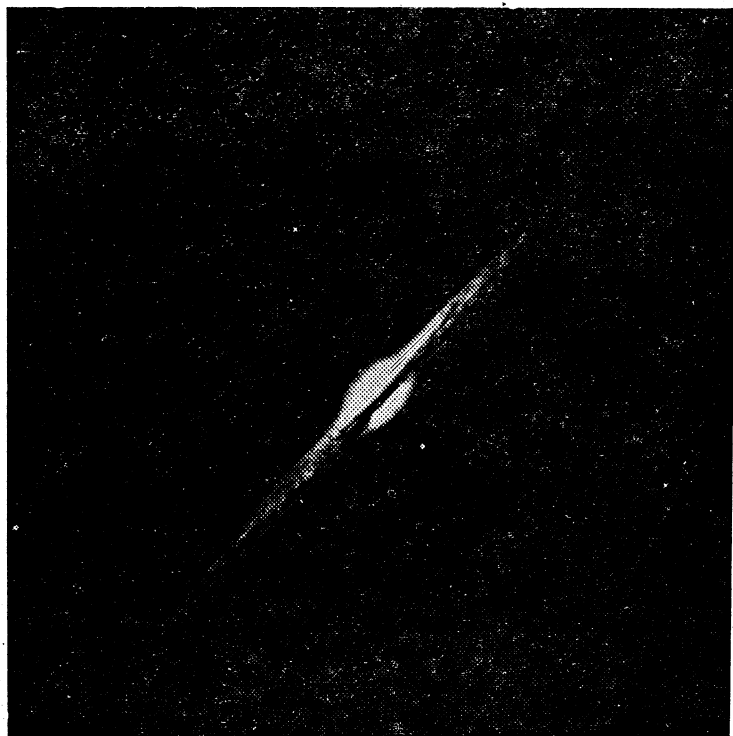


Рис. 43. Галактика NGC 4565 типа Sb, наблюдаемая с ребра.

ядром относятся к типу Sc. Яркими примерами спиралей такого типа являются NGC 628 (рис. 40), NGC 1232 (рис. 41) и NGC 157 (рис. 42).

Спиральные галактики, фотографии которых приведены на рис. 33—42, наблюдаются нами либо в плане, либо в три четверти. Как же выглядят спиральные галактики, если наблюдать их с ребра? Ответ на это дают фотографии на рис. 43, 44 и 71. Галактика NGC 4594 (см. рис. 71),



Рис. 44. Галактика NGC 4244 типа Sc, наблюдаемая с ребра.

принадлежащая к типу Sa, менее сильно сжата и имеет большое ядро; NGC 4565 (тип Sb) сжата сильнее и ядро ее меньше, наконец, у типа Sc(NGC 4244) — самое сильное сжатие и самое маленькое ядро.

У всех трех описанных галактик и вообще у всех спиральных галактик, наблюдаемых с ребра, видна темная полоса, как бы разделяющая галактику на две части (у NGC 4244 она выражена слабо). Эти темные полосы являются поразительным свидетельством общности наблюдаемых с ребра спиральных галактик и нашей звездной системы. Ведь в нашей Галактике около ее плоскости симметрии сосредоточена темная пылевая материя, поэтому внегалактический наблюдатель, рассматривая Галактику с ребра, тоже должен видеть темную полосу, как бы разделяющую Галактику на две части. Следовательно,

темная полоса, наблюдаемая в других спиральных галактиках, показывает, что и в них, как в нашей Галактике, имеется темная пылевая материя, сосредоточенная около плоскости симметрии.

Если вычислить по формуле (12) коэффициент сжатия у наблюдаемых с ребра спиральных галактик, то он всегда больше семи. Для спиралей Sa получается величина, близкая к 8, для спиралей Sb — от 8,5 до 9, для спиралей Sc — больше 9. В то же время, как отмечалось выше, у эллиптических галактик истинное сжатие никогда не превосходит значения 7.

Это очень важный наблюдательный факт. Он показывает, что в слабо сжатых звездных системах спиральная структура почему-то не может появиться. Для ее появления необходимо, чтобы система была сильно сжата, имела коэффициент сжатия 8 или больше.

Это обстоятельство было давно замечено. Шведский астроном Линдبلاد развил теорию, показывающую, как в сильно сжатой звездной системе вследствие неустойчивости движений звезд может развиваться спиральная структура. В этой теории недостаточно учтены астрофизические стороны вопроса — то, что спиральные ветви составлены в основном горячими гигантами, а не всеми звездами, и что в спиральных ветвях сосредоточены основные массы диффузной материи — межзвездного газа и межзвездной пыли.

Уверенно доказано, что сильно сжатая звездная система в ходе эволюции не может стать слабо сжатой. Невозможен и противоположный переход. Значит, эллиптические галактики не могут превращаться в спиральные, а спиральные в эллиптические. Эти два типа галактик не представляют собой две различные стадии общего эволюционного пути, а являются примером разных эволюционных путей, вызванных различным сжатием систем. А различное сжатие обусловлено разным количеством вращения систем. Те галактики, которые при формировании получили достаточное количество вращения, приняли сильно сжатую форму, в них развились спиральные ветви. Галактики, материя которых после формирования имела меньшее количество вращения, оказались менее сжатыми и эволюционируют в виде эллиптических галактик.

Если принять эту точку зрения, то нужно еще ответить на вопрос, почему в сильно сжатых системах — спиральных галактиках — наблюдаются и пылевая, и газовая

материи, а в слабо сжатых системах, эллиптических галактиках, диффузной материи обнаружить не удастся. Разве наличие пыли и газа может зависеть от сжатия системы? Ответ возможен такой. Пылинки и частицы газа, двигаясь по некоторым траекториям в звездных системах и встречаясь друг с другом, сталкиваются. Эти столкновения в значительной мере не упруги, вследствие чего после столкновения должна уменьшиться энергия



Рис. 45. Галактика NGC 5866.

движения частиц. А результатом уменьшения энергии движения должно быть оседание частиц в те места системы, где меньше потенциальная энергия. Точно так же, если неупруго столкнутся и потеряют скорость два движущихся навстречу друг другу искусственных спутника Земли, то они упадут на поверхность Земли, так как чем ближе тело к поверхно-

сти Земли, тем меньше его потенциальная энергия.

В сильно сжатых звездных системах областью низкого значения потенциальной энергии является главная плоскость системы. Сюда и оседает диффузная материя. В дальнейшем в главной плоскости движение газа и пыли происходит по круговым орбитам почти параллельно друг другу, так что столкновения между частицами почти не случаются, а если и случаются, то с ничтожной потерей энергии. Поэтому перемещение частиц в направлении центра системы, где потенциальная энергия еще меньше, практически не происходит.

Иное дело — слабо сжатые системы. В таких системах главная плоскость не является резко выраженной областью низких значений потенциальной энергии. Сильное уменьшение потенциальной энергии происходит только в направлении на центр системы. Поэтому частицы газа и пыли должны оседать у центра. Концентрация диффузной материи около одной точки создаст, конечно, гораздо более высокую плотность, чем концентрация ее около плоскости. Образовавшееся близ центра системы облако

из пыли и газа станет сжиматься под действием своего собственного притяжения, станет малым по размерам.

Что будет происходить дальше, определенно сказать нельзя. Возможно, что из масс диффузной материи станут формироваться звезды. Но очевидно уже, что малое по размерам плотное облако в центре звездной системы, вобравшее в себя весь газ и всю пыль системы, становится незаметным, не обнаруживает себя при наблюдениях.

Можно указать на случай критического для характера оседания пыли и газа сжатия. На рис. 45 показана наблюдаемая с ребра галактика NGC 5866, сжатие которой недостаточно сильно, чтобы пыль и газ собрались вдоль всей главной плоскости, и недостаточно слабо, чтобы они сконцентрировались у самого центра. Наблюдается промежуточный случай концентрации диффузной материи около небольшой плоской области, окружающей центр.

Спиральные галактики с перемычкой

У обычных спиральных галактик ветви выходят непосредственно из круглого ядра. Но встречаются спиральные галактики особого вида. У них ядро находится в середине прямой перемычки и спиральные ветви начинаются лишь у концов этой перемычки. Новая своеобразная структурная деталь — перемычка — определила название таких спиральных галактик. На рис. 46 и 47 приведены фотографии галактик NGC 4548 и NGC 1073 с перемычкой или, как их еще называют, пересеченных спиралей.

Пересеченные спирали, как и обычные, по степени развития их ветвей подразделяются на три подкласса, обозначаемые SBa, SBb и SBc. Добавление прописной буквы B указывает на присутствие перемычки (от английского слова bar — перемычка, брусок). NGC 4548 принадлежит к типу SBb, а NGC 1073 — к типу SBc.

Причина появления перемычек у некоторых спиральных галактик, в то время как у других они отсутствуют, пока неясна.

Мы писали выше, что наша звездная система имеет спиральную структуру, следовательно, это спиральная галактика. К какому же подклассу спиральных галактик ее следует отнести? Исследования, основанные на сравнении звездного состава, размеров ядра и некоторых свойств спиральных ветвей, приведут к выводу, что Галактика принадлежит к типу Sb или Sc. Полной определенности