

неповторимы, единственны в том смысле, что данная комбинация всех свойств тела или явления не могут повториться в точности, ибо множество комбинаций всех свойств тел и явлений является бесконечным множеством более высокого порядка, чем множество всех тел и явлений во Вселенной.

Этот общий закон очень наглядно проявляется в галактиках.

Внешний вид галактик чрезвычайно разнообразен и некоторые из них очень живописны. Для каждой галактики, как бы ни был сложен ее внешний рисунок, можно разыскать другую галактику, очень на нее похожую, на первый взгляд — двойника. Однако более внимательное рассмотрение всегда обнаружит заметные различия в любой паре галактик, а большинство галактик очень сильно отличается друг от друга своим внешним видом.

Одной из первых задач, вставших перед Хаблом, когда он начал систематическое изучение других звездных систем, было введение классификации галактик. Хабл избрал самый простой метод классификации по внешнему виду, и нужно сказать, что хотя впоследствии другими видными исследователями были внесены различные предложения по классификации, а некоторые предложили и иные принципы классификации, первоначальная система, введенная Хаблом, по-прежнему остается основой классификации галактик.

Хабл предложил разбить все галактики на три основных вида: 1) эллиптические, обозначаемые E (elliptical), 2) спиральные, обозначаемые S (spiral), и 3) неправильные, обозначаемые I (irregular).

Эллиптические галактики

Эллиптические галактики внешне, пожалуй, самый невыразительный тип галактик. Они имеют вид гладких эллипсов или кругов с постепенным уменьшением яркости от центра к периферии. Никакого дополнительного рисунка у них нет, потому что эллиптические галактики состоят из второго типа звездного населения. Они построены из звезд красных и желтых гигантов, красных и желтых карликов и некоторого количества белых звезд не очень высокой светимости. Отсутствуют бело-голубые сверхгиганты и гиганты, группировки которых можно было бы наблюдать в виде ярких сгустков, придающих

структурность системе. Нет пылевой материи, которая в тех галактиках, где она имеется, создает темные полосы, оттеняющие форму звездной системы. Поэтому внешне эллиптические галактики отличаются друг от друга в основном одной чертой — большим или меньшим сжатием. Хаббл предложил показателем сжатия считать величину

$$10 \cdot \frac{a-b}{a}, \quad (12)$$

которую легко вычислить, если на фотографии измерены большая a и малая b полуоси эллиптической галактики. Например, у круглой галактики (круг — это частный случай эллипса) полуоси a и b равны, поэтому сжатие получается равным нулю, т. е. его нет. Если у галактики большая полуось вдвое больше малой, то показатель сжатия оказывается равным 5, а в случае чрезвычайно сильного сжатия, когда b очень мало в сравнении с a , показатель сжатия равен 10. Конечно, в общем случае показатель сжатия будет чаще дробным числом, но Хаббл предложил всегда округлять его до целого числа и обозначать тип эллиптической галактики при помощи буквы E со следующим за ней показателем сжатия.

Как выяснилось, очень сильно сжатых эллиптических галактик нет, показатели сжатия 8, 9 и 10 не встречаются. Наиболее сжатые эллиптические галактики — это E7.

На рисунках 30, 31 и 32 приведены фотографии трех галактик: NGC 4636, NGC 4406 и NGC 3115, относящихся соответственно к типам E0, E3 и E7.

Мы видим, что яркость у всех изображенных галактик плавно убывает с удалением от центра и граница очерчена не резко. Это естественно, поскольку эллиптическая галактика не твердое и не жидкое тело, а система, состоящая из огромного числа светящихся частиц — звезд.

В наблюдательной науке, какой является астрономия, обычной является задача определения по видимым свойствам объектов истинных их свойств.

Мы наблюдаем галактику в форме эллипса. Но очевидно, что галактика — это не плоская фигура, а тело, которое, если его рассматривать из некоторой точки, представляется эллипсом. К сожалению, мы не можем, и никогда не сможем рассматривать эту галактику еще и из другой точки. Тем не менее нужно как-то выяснить, какую

действительную форму имеет наблюдаемая галактика. Если бы на небе существовала только одна эллиптическая галактика, то поставленная задача была бы, по-видимому, неразрешимой, так как существует бесчисленное множество форм тел таких, что с некоторого одного направления они видны как эллипс. К счастью, эллиптических галактик много. И все они наблюдаются в виде

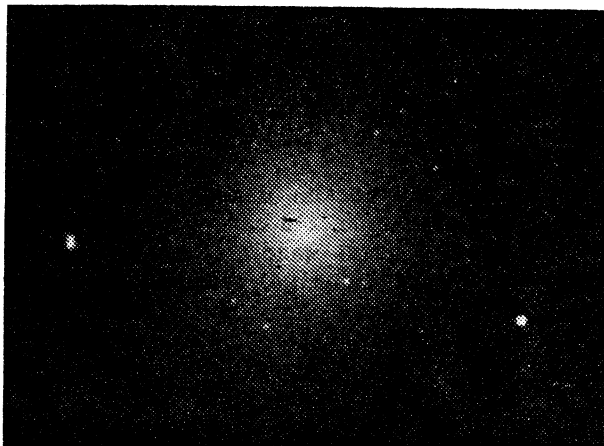


Рис. 30. Галактика NGC 4636 типа E0.

эллипсов. Естественно в таком случае считать, что эллиптические галактики обращены к нам различными сторонами и, следовательно, имеют такую форму, которая при наблюдении с любой точки представляется в виде эллипса. В природе известно единственное тело, обладающее таким свойством, — это эллипсоид. Любая проекция эллипсоида на плоскость дает эллипс.

Этот вывод подтверждается и теоретическими соображениями. В механике доказано, что всякое вращающееся жидкое тело, находящееся под действием только своих собственных сил притяжения, принимает в равновесном состоянии форму эллипсоида.

В частности, планеты имеют форму сжатых эллипсоидов вращения, потому что в масштабе всей планеты ее вещество ведет себя как жидкое. Сжатие, однако, у планет невелико. Показатель сжатия (12), вычисленный для

Земли, дал бы 0,03, для Юпитера 0,65, для самой сильно сжатой планеты Сатурн 1,03. Это зависит от угловой скорости вращения тела и его средней плотности. Чем



Рис. 31. Галактика NGC 4406 типа E3.



Рис. 32. Галактика NGC 3115 типа E7.

больше угловая скорость вращения и чем меньше плотность, тем больше сжатие.

Хотя звездная система не есть жидкое тело, можно привести серьезные аргументы в пользу того, что она в

состоянии равновесия также принимает форму, близкую к форме эллипсоида. Если к тому же использовать данные, известные о планетах, то можно принять, что эллиптические галактики имеют форму сжатых эллипсоидов вращения.

В зависимости от того, с какой стороны наблюдать сжатый эллипсоид вращения, он представляется более сжатым или менее сжатым эллипсом. Самое большое сжатие будет наблюдаться, если луч зрения перпендикулярен к оси вращения, т. е. галактика наблюдается с ребра. В этом случае сжатие эллипса характеризует форму эллипсоида и мы его назовем истинным сжатием эллиптической галактики. Чем меньше угол между лучом зрения и осью вращения эллипсоида, тем менее сжат наблюдаемый эллипс, а при совпадении луча зрения с осью вращения, т. е. при наблюдении в плане, будет виден круг.

Таким образом, истинное сжатие эллиптической галактики или больше ее видимого сжатия или равно ему.

Теперь невольно возникает вопрос, не является ли различное сжатие эллиптических галактик следствием одной только причины — различием ориентаций этих галактик по отношению к лучу зрения. Может быть, все эллиптические галактики имеют показатель истинного сжатия, равный 7, но в результате всевозможных ориентаций получаются различные у разных галактик показатели видимого сжатия — от 0 до 7?

Оказывается, на этот вопрос можно получить точный ответ, если сделать естественное предположение, что все направления осей вращения эллиптических галактик равновероятны, т. е. что все направления осей вращения встречаются одинаково часто. Это чисто математическая задача — по распределению видимых сжатий эллиптических галактик найти распределение их истинных сжатий — впервые была поставлена Хаблом. Впоследствии ее подробно исследовала К. В. Каврайская.

Решение задачи показало, что среди эллиптических галактик, входящих в состав скоплений галактик, преобладают показатели истинного сжатия 4, 5, 6, 7 и почти нет слабо сжатых и сферических галактик. А среди эллиптических галактик вне скоплений, наоборот, подавляющее большинство — галактики с очень слабым сжатием или сферические, т. е. с показателем истинного сжатия 1 и 0.

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 несколькими 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