

Скопление галактик в Деве

Ближайшим к нам крупным скоплением галактик является неправильное скопление в созвездии Девы. Расстояние до него около 12 Мпс, а линейные размеры составляют почти 8 Мпс. Поэтому площадь, которую занимает это скопление на небе, весьма значительна: $40 \times 40^\circ$.

Ввиду сравнительной близости скопления галактик в Деве и богатства его гигантскими и сверхгигантскими галактиками многие его члены являются яркими объектами. Из 1249 ярчайших галактик неба, содержащихся в каталоге Шепли — Эймс, 203 входят в состав скопления в Деве. Слабые же галактики в этом скоплении насчитываются тысячами. Особенно много карликовых неправильных галактик с низкой поверхностной яркостью. Однако основу массы и основу общей светимости скопления в Деве все-таки составляют гигантские и сверхгигантские спиральные и эллиптические галактики. Спирали имеются всех типов и они весьма многочисленны, что обычно для неправильных скоплений.

Несмотря на неясность очертаний и неправильную форму скопления в Деве, галактики в нем обнаруживают концентрацию к центру. Сильнее это проявляется у эллиптических галактик, слабее у спиральных. Эту особенность следует рассматривать как подтверждение тяготения эллиптических галактик к сгущиванию. Они чаще, чем спирали, входят в скопления, доминируют в плотных скоплениях, а в неправильных неплотных скоплениях показывают большую концентрацию к центру.

Скопление галактик в Волосах Вероники

Это замечательное по своей симметричности, плотности и богатству членами скопление находится на расстоянии приблизительно 85 Мпс. Оно занимает область на небе с диаметром около 12 градусов (в эту область уложились бы 500 дисков Луны или Солнца). Диаметр скопления около 17 Мпс.

Для того чтобы составить некоторое представление о расстоянии и размерах скопления галактик в Волосах Вероники, применим известный прием изменения масштаба. Пусть окружность двухкопеечной монеты (ее диаметр 1,7 см) представляет собой орбиту Земли. Тогда

Солнце в центре орбиты будет иметь размер пылинки, а Землю можно будет увидеть только в сильный микроскоп. Самая удаленная планета Солнечной системы, Плутон, тоже наблюдаемая только в микроскоп, расположится на расстоянии 35 см, а ближайшая звезда α Центавра будет крошечной пылинкой в 2,5 км от монеты.

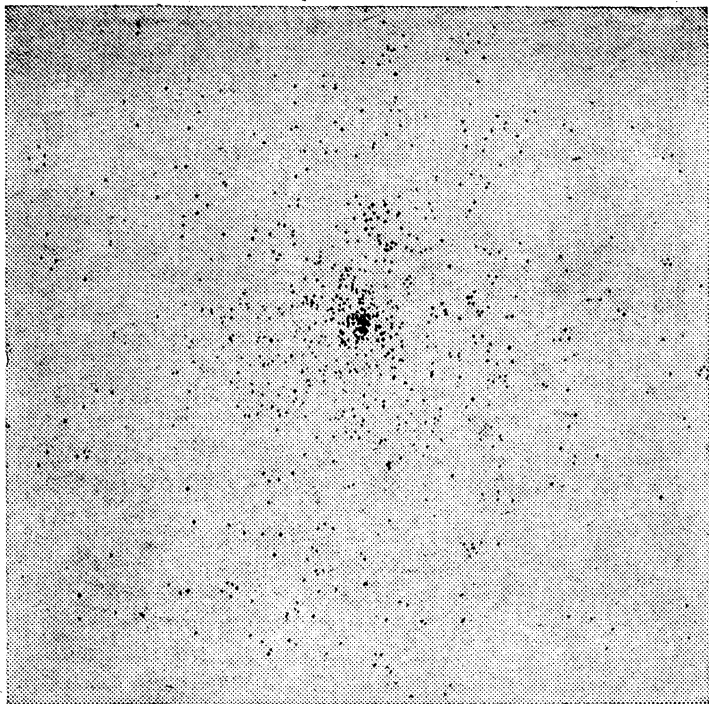


Рис. 101. Центральная часть скопления галактик в созвездии Волос Вероники.

Скопление же галактик в созвездии Волос Вероники окажется на расстоянии Солнца, а объем его будет в 170 раз больше объема Солнца.

На рис. 101 показан вид центральной части скопления по фотографии, сделанной при помощи 18-дюймового телескопа системы Шмидта. Каждое пятнышко означает галактику. Ясно выделяется центральная точка, к которой концентрируются члены скопления. Расположены галактики вокруг этой точки достаточно симметрично. Шаровое скопление, но не из звезд, а из галактик!

Для исследования структуры скопления Цвикки произвел в нем подсчеты чисел галактик в концентрических кольцах шириной в 5, 10, 20 и 30 минут дуги. Когда подсчеты производились на 18-дюймовом телескопе, то получались изображения галактик до 16,5 видимой звездной величины, а на 48-дюймовом телескопе до 19^m,0.

Не все галактики, наблюдаемые в области скопления, являются членами скопления. Некоторые из них находятся между нами и скоплением, другие лежат далеко за скоплением и лишь проектируются на него. Чтобы очистить числа подсчитываемых галактик от галактик поля, не являющихся членами скопления, нужно определить при помощи тех же телескопов среднее число галактик, приходящихся на один квадратный градус неба вне пределов скопления, но недалеко от него. Это число оказалось равным 7,4 для галактик до 16,5 видимой звездной величины и 170 для галактик до 19,0 видимой звездной величины. Умножая его на число квадратных градусов в кольце, мы получим число ожидаемых галактик поля в каждом кольце. Если затем вычесть числа ожидаемых галактик поля из чисел подсчитанных галактик, то в каждом кольце определится ожидаемое число галактик — членов скопления. Результаты приведены в 3-м и 6-м столбцах табл. 20.

Для ярких галактик ($m < 16^m,5$) уже на расстоянии 160' от центра доля членов скопления среди всех подсчитываемых галактик мала. На расстоянии 18 Мпс видимой звездной величине 16^m,5 соответствует абсолютная величина $-18^m,2$. Галактики ярче $-18,2$ абсолютной звездной величины — это гигантские и сверхгигантские галактики. Таким образом, для гигантских и сверхгигантских галактик граница скопления лежит практически на расстоянии 160' от центра. А видимой звездной величине 19^m,0 на том же расстоянии соответствует $M = -15^m,7$. Ярче $M = -15^m,7$ не только гиганты и сверхгиганты, но и галактики умеренной светимости и даже некоторые карлики. Сравнение 5-го и 6-го столбцов показывает, что для совокупности этих галактик граница скопления простирается до расстояния 360', а может быть, находится и дальше.

Просуммировав числа 6-го столбца, мы найдем, что скопление галактик в Волосах Вероники содержит около 11 тысяч галактик ярче $M = -15^m,7$. Суммирование 3-го столбца показывает, что в их числе имеется около 660

гигантских и сверхгигантских галактик. У самых ярких галактик этого скопления абсолютная звездная величина равна $-21^m,5$; они значительно превосходят по светимости и нашу Галактику, и туманность Андромеды.

Т а б л и ц а 20. Подсчет галактик в скоплении Волос Вероники

Границы колец в минутах дуги	Галактики с $m < 16,5$			Галактики с $m < 19,0$			$\frac{n_1 - n_2}{n_2}$
	число галактик в кольце	число членов скопления в кольце	число членов скопления на 1 кв. град., n^3	число галактик в кольце	число членов скопления в кольце	число членов скопления на 1 кв. град., n_1	
0—5	31	31	1413	60	56	2546	0,820
5—10	42	42	634	125	114	1740	1,76
10—15	53	52	478	152	134	1224	1,56
15—20	44	42	281	166	139	916	2,26
20—30	87	84	193	325	252	575	1,98
30—40	66	62	101	365	261	430	3,26
40—50	72	66	84	395	261	332	2,96
50—60	73	66	69	456	294	305	3,42
60—70	69	60	54	453	360	230	3,3
70—80	34	45	19	471	249	189	8,9
80—90	32	21	15	441	189	128	7,5
90—100	41	28	18	530	250	150	7,4
100—120	61	33	9	1091	441	121	13
120—140	49	16	4	1311	541	119	29
140—160	50	11	3	1347	457	87	28
160—180	—	—	—	1579	589	96	—
180—200	—	—	—	1828	698	105	—
200—220	—	—	—	2100	870	117	—
220—240	—	—	—	2233	863	108	—
240—270	—	—	—	3436	1166	87	—
270—300	—	—	—	3466	926	62	—
300—330	—	—	—	3629	789	50	—
330—360	—	—	—	3992	982	51	—
Всего		659			10 881		

Конечно, общее число членов скопления галактик в Волосах Вероники намного больше 11 тысяч и составляет, по-видимому, 3—4 десятка тысяч. Там должно находиться множество слабых карликовых галактик, в особенности типа I II, не обнаруживаемых при подсчетах на 48-дюймовом телескопе.

Площади колец, в которых производились расчеты, различны. Поэтому данные столбцов 3 и 6 не дают

представления о том, насколько тесно располагаются галактики на различных расстояниях от центра. Картина становится более ясной, если разделить данные 3-го и 6-го столбцов на число квадратных градусов соответствующего кольца и получить таким образом число членов скопления на один квадратный градус неба. Приведенные в 4-м и 7-м столбцах результаты показывают, что плотность галактик очень быстро падает по мере удаления от центра скопления. Особенно быстро это происходит с гигантскими и сверхгигантскими галактиками, которые сильнее сосредоточены к центру скопления. Чем дальше какая-нибудь область от центра скопления, тем меньше в ней относительная доля гигантских и сверхгигантских галактик. Это наглядно видно по данным 8-го столбца, в котором помещены отношения чисел галактик умеренной светимости и карликовых (получаемых вычитанием чисел 4-го столбца из чисел 7-го столбца) к числу гигантских и сверхгигантских галактик. В самом центре скопления несколько преобладает число гигантских и сверхгигантских галактик. Но уже на небольшом расстоянии численность слабых галактик берет верх и в кольце $140' - 160'$ достигает почти тридцатикратного превосходства.

Объем скопления галактик в Волосах Вероники составляет приблизительно 3000 Мпс^3 . Поэтому средняя плотность в нем равна приблизительно 4 галактикам на 1 Мпс^3 , а с невидимыми карликовыми галактиками еще в 2—3 раза больше. В центральных областях скопления плотность значительно выше, превосходит 100 галактик на 1 Мпс^3 , а если иметь в виду и карликовые галактики, то она составляет 300—400 галактик на 1 Мпс^3 . Здесь расстояния между галактиками сравнимы с их размерами.

Состав галактик в скоплении Волос Вероники обычен для плотных сферических скоплений. Здесь нет галактик с ясно выраженной спиральной структурой. Доминируют эллиптические галактики и тип S0. Та же особенность состава наблюдается в другом правильном и очень плотном скоплении в созвездии Северной Короны.

Можно ввести понятие типа населения для галактик. Тогда тип населения, слагающийся из эллиптических галактик и галактик S0, уместно назвать вторым, так как эти галактики сами состоят из звездного населения второго типа. Сферические скопления галактик образуются из второго типа населения галактик, подобно тому как

шаровые звездные скопления составлены из звездного населения II типа.

Тип населения, слагающийся из спиральных галактик и галактик II, уместно назвать I типом населения. Он доминирует в неправильных скоплениях галактик.

Закон всеобщего разбегания галактик

В 1929 г. Хабл сообщил об открытии им фундаментальной закономерности. Он обнаружил, что линии спектров всех галактик, за исключением нескольких галактик из числа самых близких, смещены в красную сторону. Как и в случае смещения спектров звезд, объясняемых явлением Доплера, отношение изменения длины волны $\Delta\lambda$ к самой длине волны λ одинаково для всех линий спектра данной галактики. Если объяснять это явление, как обычно, эффектом Доплера, то нужно сделать вывод, что все галактики, за исключением нескольких из числа самых близких, удаляются от нас, и скорость удаления v каждой галактики определяется из пропорции

$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}, \quad (19)$$

где c — скорость света.

Но этим еще не исчерпывалось открытие. Выяснилось, что чем в среднем слабее галактика, тем сильнее смещены в красную сторону линии ее спектра; а так как слабый блеск галактики, вообще говоря, свидетельствует в пользу ее большей удаленности, то можно сделать вывод, что чем дальше находится галактика, тем сильнее смещен ее спектр в красную сторону.

Исследовав вопрос подробно, Хабл установил, что отношение $\Delta\lambda/\lambda$, определяемое по спектру галактики, пропорционально расстоянию до галактики, т. е. красное смещение в спектрах галактик пропорционально расстоянию до галактик.

Сначала эта закономерность была установлена для ярких и, следовательно, сравнительно близких галактик. Но затем в 1936 и 1953 гг. Хабл показал, что она справедлива для всех галактик, включая самые слабые, в результате чего обнаруженная закономерность приобрела характер всеобщего закона. Этот закон, названный законом красного смещения спектров галактик, а иногда называемый законом Хаббла, является одним из фунда-