

УДК: 524.7

ИССЛЕДОВАНИЕ АНИЗОТРОПИИ В ОРИЕНТАЦИЯХ  
ГАЛАКТИК УППСАЛЬСКОГО И ЕЮО/УППСАЛЬСКОГО  
КАТАЛОГОВА. В. МАНДЖОС, А. Я. ГРЕГУЛЬ, И. Ю. ИЗОТОВА,  
В. В. ТЕЛЬНЮК-АДАМЧУК

Поступила 25 августа 1986

Принята к печати 5 декабря 1986

Исследовалась анизотропия в ориентациях галактик Уппсальского и ЕЮО/Уппсальского каталогов. Показано, что галактики обоих каталогов проявляют идентичную, статистически значимую четко выраженную анизотропию ориентаций видимых больших диаметров. Эффект дифференцирован по звездным величинам, угловым диаметрам и морфологическим типам. Приведены доводы в пользу его реальности. В пространственном отношении предпочтительной является модель, в которой нормали галактик компланарны одной и той же плоскости в пространстве. Эффект относится либо к внешним областям Местного сверхскопления, либо имеет даже больший масштаб.

1. *Введение.* Статистические исследования ориентаций галактик представляют интерес по крайней мере в двух аспектах. Во-первых, надежные наблюдательные данные о характере взаимной ориентации галактик в пределах одного скопления или сверхскопления могут служить тестом для выбора правильной теории образования и эволюции этих объектов. Во-вторых, оперируя выборками галактик, занимающих достаточно большие пространственные объемы, можно осуществлять в пределах этих масштабов проверку широко принятого тезиса об изотропии Метагалактики, что представляет значительный интерес с космологической точки зрения.

К одним из первых систематических исследований ориентаций галактик следует отнести работы Брауна [1—4]. Существенным результатом этих работ был тезис о том, что видимые большие диаметры галактик имеют предпочтительную ориентацию в направлении видимых больших диаметров тех скоплений, к которым они принадлежат. До последнего времени это положение не нашло убедительного подтверждения и даже некоторое время оспаривалось (см., например, работу Хоулея и Пиблза [5]). Правда, надо отметить, что в недавней работе Дьорговского [6] был обнаружен подобный эффект в скоплениях Coma. Им установлена четко выра-

женная анизотропия в ориентации видимых больших осей галактик с преимущественным направлением вдоль вытянутости скопления, причем эффект анизотропии ярче проявляется для периферийных частей скопления и для слабых галактик. Этот результат, однако, нуждается в дальнейшем подтверждении. Важно отметить ряд современных работ [7—9], направленных на исследование ориентаций галактик Местного сверхскопления (фактически, его центральных областей), которые показали, что если взаимная ориентированность и существует, то она незначительна и находится на грани статистической значимости. Следует также отметить взаимное противоречие в определении направлений предпочтительной ориентации, полученных в работе [7] и работах [8, 9], что, возможно, связано с маргинальным характером обнаруженных там эффектов. Одной из первых работ, в которых исследовались ориентации галактик всего северного неба, является работа Рейнхардта [10], в которой обнаружена статистически значимая предпочтительная ориентация видимых больших диаметров галактик в направлении приблизительно «север-юг». Этот результат был затем подтвержден Нильсоном [11] на основе данных созданного им Уппсальского каталога галактик северного неба (UGC) [12] и несколько позже в работах [13, 14], где, в частности, было показано, что большую анизотропию ориентаций проявляют более слабые галактики каталога UGC.

Данная статья представляет продолжение работ [13, 14]. Краткое изложение значительной части результатов настоящей работы представлено в сообщении [15].

2. *Выборки каталога UGC.* При отборе галактик из Уппсальского каталога П. Нильсона (UGC) [12], ( $\delta > -2^\circ 30'$ ) для статистического исследования их ориентаций были приняты два следующих критерия: 1) отбирались только спиральные галактики с уверенным констатированием спиральности и линзовидные галактики S0; 2) отбирались только галактики с уверенным позиционным углом, при отборе все карликовые системы отбрасывались. На основании этих критериев были образованы две выборки: UGC1 с  $m \geq 15.4$  и общим числом галактик  $N = 2309$  и выборка UGC2 с  $m < 15.4$ ,  $N = 3168$ . Все северное небо было разбито на 11 зон. Зоны занимают следующие площади неба: от 1 до 6 — по склонению от  $-2.5^\circ$  до  $30^\circ$ , по прямому восхождению размером по  $4^h$  каждая; от 7 до 10 — по склонению от  $30^\circ$  до  $60^\circ$ , по прямому восхождению размером по  $6^h$  каждая и зона 11, занимающая околополюсную область от  $60^\circ$  до  $90^\circ$ . Для обеих выборок в пределах каждой зоны были получены распределения галактик по позиционным углам (для UGC1 см. табл. 1). В большинстве зон галактики выборки UGC1 проявляют четко выраженную анизотропию ориентаций с предпочтительным направлением «север-юг».

На рис. 1а приведена гистограмма позиционных углов для всей выборки UGC1 в целом. Обращает на себя внимание достаточно плавный ход гистограммы и четкий максимум в районе позиционных углов 150—160°. Гипотеза изотропного распределения отбрасывается по критерию  $\chi^2$  на уровне  $\omega_1 = 6 \cdot 10^{-5}$ . Была выполнена аппроксимация хода этой гистограммы синусоидальной кривой аналогично Хоулей и Пиблзу [5]. Величина относительного отклонения  $\Delta$  этой кривой от среднего зна-

Таблица 1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЛАКТИК ВЫБОРКИ UGC1 ( $m > 15.4$ )  
ПО ПОЗИЦИОННЫМ УГЛАМ

Позицион- ный угол (град.)	Зона											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0—10	16	13	12	13	1	9	10	16	23	14	14	141
10—20	24	8	12	10	5	10	9	17	26	9	14	144
20—30	23	2	7	10	3	12	8	12	13	10	20	120
30—40	20	9	7	7	6	10	10	21	15	9	7	121
40—50	12	6	7	12	6	17	8	14	22	11	20	135
50—60	8	6	6	17	9	12	5	12	22	5	19	123
60—70	17	2	6	13	6	14	3	13	23	5	14	116
70—80	18	5	12	13	3	8	3	15	20	6	21	124
80—90	8	1	3	8	4	7	8	15	15	5	20	94
90—100	13	5	10	9	5	6	7	9	16	4	14	98
100—110	12	8	10	12	7	15	12	11	14	5	12	118
110—120	13	7	10	10	8	11	5	9	14	5	10	102
120—130	20	5	11	12	6	11	10	16	14	5	20	130
130—140	19	4	11	15	9	15	9	15	24	5	21	147
140—150	21	10	12	14	3	18	13	12	25	8	18	154
150—160	23	8	14	14	8	18	7	20	16	8	25	160
160—170	13	10	12	18	7	14	11	13	18	11	22	149
170—180	21	4	16	13	4	17	8	7	19	13	11	133
0—180	300	115	178	220	100	224	146	247	339	138	302	2309

чения равна 0.16, максимум при позиционном угле  $P_{\max} = 169.^\circ 2$ , а уровень значимости амплитуды  $\Delta$  оценивается величиной  $\omega_2 = 3 \cdot 10^{-7}$ . На основании этих данных можно констатировать, что ход гистограммы реален, а величина отклонения весьма значительна. Выборка более ярких галактик UGC2 также проявляет статистически значимую анизотропию такого же характера, однако выражена эта анизотропия слабее, чем в случае UGC1. Соответствующие параметры гистограммы, представляющие UGC2 (рис. 1б), равны:  $\omega_1 = 0.025$ ;  $\Delta = 0.09$ ;  $\omega_2 = 1.1 \cdot 10^{-3}$ ;  $P_{\max} = 169.^\circ 9$ .

3. Выборки каталога ESO. В основу образования выборок ЕЮО/Уппальского каталога [16] ( $\delta < -17.5$ ) (ESO) было положено те же два главных правила отбора, что и в случае выборок UGC: по морфологическому типу и надежности определения позиционного угла. В результате

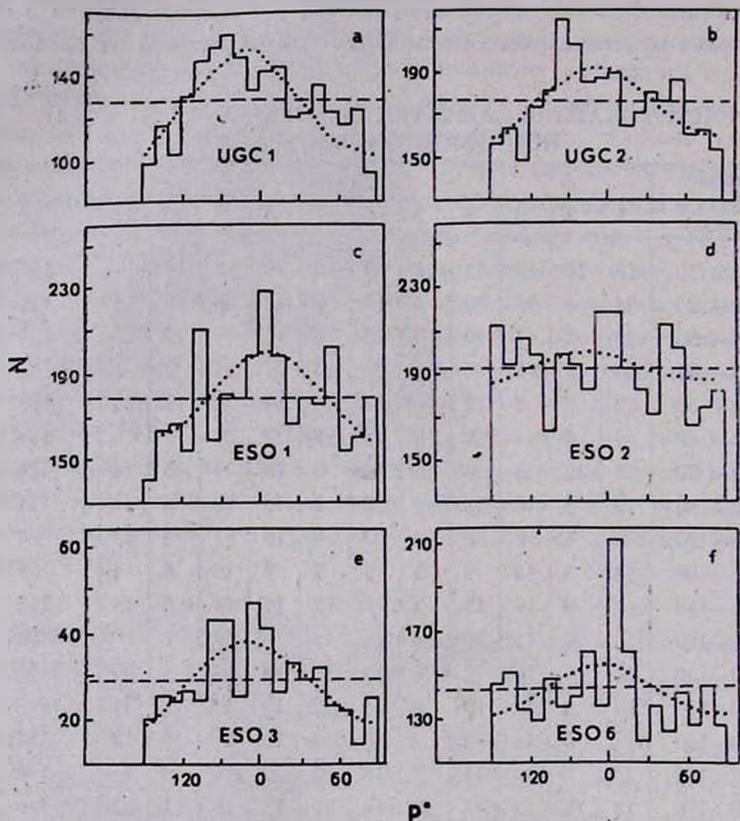


Рис. 1. Гистограммы позиционных углов видимой большой оси для выборок спиральных и линзовидных галактик: а — UGC1 ( $m > 15.4$ ); б — UGC2 ( $m < 15.4$ ); в — ESO1 ( $1.2 < a < 1.5$ ); д — ESO2 ( $a < 1.1$ ); е — ESO3 ( $a < 1.1$ , только линзовидные); ф — ESO6 ( $a > 1.6$ ). Пунктирные кривые — аппроксимация синусоидальной кривой.

были построены две выборки: ESO1 с  $1.2 \leq a \leq 1.5$  ( $a$  — видимый максимальный угловой диаметр) и общим числом галактик  $N = 3082$ ; выборка ESO2 с  $a \leq 1.1$  и  $N = 3415$  и выборка ESO6 с  $a \geq 1.6$  и  $N = 2583$ . Соответствующие гистограммы позиционных углов представлены на рис. 1с, 1д, 1ф. Галактики ESO1 проявляют такую же тенденцию предпочтительной ориентации „север-юг“, как и галактики выборки UGC1 северного неба. Уровень значимости отклонения от

изотропности по критерию  $\chi^2$  определяется величиной  $w_1 = 2 \cdot 10^{-8}$ . Амплитуда отклонения от среднего при аппроксимации синусоидальной кривой равна 0.14 с максимумом при  $P_{\max} = 6.^\circ 4$ . Уровень значимости этой амплитуды  $w_2 = 5 \cdot 10^{-7}$ . Таким образом, анизотропия в выборке ESO1 по своим качественным и количественным характеристикам идентична анизотропии в выборке UGC1. Галактики выборки ESO6, имеющие большие угловые диаметры по сравнению с галактиками ESO1, проявляют менее четкую (хотя качественно и такую же) тенденцию взаимной ориентации. Здесь в определенном смысле повторяется ситуация с выборками UGC1 и UGC2. Параметры анизотропии для выборки ESO6 равны:  $w_1 = 10^{-5}$ ;  $\Delta = 0.08$ ;  $P_{\max} = 172.^\circ 9$ ;  $w_2 = 1.9 \cdot 10^{-2}$ . Наконец, галактики выборки ESO2 демонстрируют значительно более близкую к изотропии картину. Соответствующие параметры равны:  $w_1 = 6 \cdot 10^{-3}$ ;  $\Delta = 0.03$ ;  $P_{\max} = 166.^\circ 5$ ;  $w_2 = 0.37$ . Галактики выборки ESO2 меньше по угловым размерам, чем галактики выборки ESO1, а значит статистически более далекие. Отсюда напрашивается вывод, что вышеприведенные данные по ориентациям галактик этих двух выборок однозначно говорят в пользу локальности эффекта с пространственным масштабом, следующим из различия их средних угловых диаметров. Однако возможно и другое объяснение такого различия в наблюдаемых анизотропиях ориентаций. Известно, что измерения позиционных углов у слабых спиральных галактик, в особенности с активными ядрами, зачастую приводят к фиктивным значениям даже при строгом соблюдении процедуры измерения, что обусловлено резкой неоднородностью распределения яркости внутри них. Это по терминологии П. Нильсона [11], так называемые «ошибки физической природы при измерении позиционного угла». При этом измеренный позиционный угол часто зависит от используемой предельной изофоты. Подобные эффекты могут быть причиной «анизотропизации» гистограмм выборок слабых галактик с малыми угловыми размерами. Этим может быть объяснена и изотропия ориентаций галактик ESO2, в которую вошли наименьшие по угловым размерам и, как правило, возмущенные галактики. С целью проверки этой гипотезы из ESO2 была образована подвыборка ESO3, составленная только из линзовидных галактик, поскольку следует ожидать, что у галактик этого морфологического типа данный эффект «искажения» позиционного угла минимален. В ESO3 число галактик оказалось равным 565. Галактики этой выборки проявили такую же анизотропию ориентаций, как и выборки UGC1 и ESO1. Для гистограммы этой выборки имеем:  $w_1 = 10^{-2}$ ;  $\Delta = 0.24$ ;  $P_{\max} = 171.^\circ 2$ ;  $w_2 = 2.9 \cdot 10^{-4}$  (рис. 1е). Этот результат говорит в пользу того, что гистограмма выборки ESO2 «анизотропизирована» вышеупомяну-

тыми эффектами. Нужно отметить, что если подобная «изотропизация» гистограмм выборок предельно слабых галактик действительно имеет место, то учет этого обстоятельства исключительно важен. В частности, требуется пересмотр результатов работы [17], в которой на основе машинной обработки ряда выборок предельно удаленных галактик была установлена крупномасштабная изотропия их ориентаций.

4. *О реальности эффекта анизотропии.* Подытоживая вышеприведенные результаты можно констатировать, что галактики северного и южного неба проявляют идентичную, статистически значимую и весьма значительную по величине анизотропию ориентаций больших диаметров. Возникает вопрос о реальности этого эффекта. Нельзя априори исключать, что он является следствием систематических ошибок каталогов, в частности, селекции по позиционному углу при их составлении. На эти мысли наталкивает тот факт, что предпочтительным направлением ориентации является приблизительно такое выделенное направление, как «север-юг». Этот вопрос детально исследовался П. Нильсоном в монографии [11]. Ввиду исключительной важности этой проблемы для всей задачи в целом кратко отметим его результаты. Для 25 карт Паломарского атласа, повернутых на  $90^\circ$  относительно прежнего положения на рабочем столе, Нильсон повторил процедуру составления каталога, т. е. выделения галактик и измерения их параметров. Эта повторная процедура проводилась со сдвигом во времени на 3 месяца. Общее количество галактик, занесенных в каталог при прямом положении карт, оказалось равным 298, а при повернутом — 301, причем 297 из них, т. е.  $\approx 98\%$ , были общими в обеих выборках. Таким образом, верхняя граница селекции по позиционному углу составляет  $\sim 2\%$ . С другой стороны, чтобы объяснить анизотропию, скажем, гистограммы выборки UGC1 (рис. 1а), необходимо предположить селекцию по позиционному углу  $\sim 20\%$ . Следовательно, результат Нильсона практически исключает объяснение эффекта анизотропии такой селекцией. Нужно также отметить, что обе выборки галактик, как при прямом, так и при повернутом положении карт, проявили идентичные тенденции предпочтительной ориентации в направлении «север-юг», хотя уровень статистической значимости этой анизотропии в обоих случаях недостаточно высок в силу малочисленности выборок (гипотеза равновероятной ориентации отбрасывается на  $10\%$  уровне по тесту  $\chi^2$ ). Нильсон также установил, что ошибки при измерении позиционных углов, из класса уверенно определяемых, не превышают  $\pm 3^\circ$ , что едва ли может служить источником эффекта анизотропии такого масштаба, каким характеризуется выборка UGC1. Кроме того, следует принять во внимание то обстоятельство, что оба каталога, UGC и ESO, составленные на основе материалов, снятых на различных телескопах и обработанных разными авторами, проявляют идентичные эффекты анизотро-

лии ориентаций. На основании этих фактов можно принять с достаточно высокой степенью надежности эффект анизотропии как реальный. На этом будет основано дальнейшее обсуждение. Тем не менее, авторы считают, что этот вопрос нельзя полагать полностью исчерпанным. В частности, весьма желательна была бы проверка части ЕЮО/Уппсальского каталога при повернутых на  $90^\circ$  пластинках, аналогичная той, которую провел Нильсон для Уппсальского каталога.

5. *Модели пространственной ориентации.* Важным является вопрос, какой пространственной модели ориентации оптимально отвечают данные анизотропии. При решении этого вопроса использовались две наиболее простые и в определенном смысле взаимно противоположные модели: 1) *плоская*, в которой галактики ориентированы параллельно одной и той же плоскости в пространстве, и 2) *цилиндрическая*, в которой плоскости галактик параллельны касательным плоскостям одной избранной цилиндрической поверхности, т. е., другими словами, их нормали компланарны одной и той же плоскости, а по остающейся степени свободы ориентированы равновероятно. Идея плоской модели в пределах одного уплощенного скопления исторически возникла в рамках теории образования галактик в первично завихренной Вселенной [18—20]. Цилиндрическая модель ориентаций галактик в пределах плоского скопления была впервые предложена А. Дорошкевичем [21, 22], который исходил из теории образования скоплений из первичных слабых адиабатических возмущений плотности. В этом случае ось цилиндра перпендикулярна плоскости скопления. Несколько позже цилиндрическая модель пространственной ориентации галактик в вытянутом скоплении была предложена В. Икке [23], причем ось цилиндра в ней совпадает с большой осью скопления. Следует подчеркнуть, что выбор этих двух моделей обусловлен прежде всего их простотой, что особенно важно на первой стадии исследования. Авторы пока не связывают их жестко с какой-либо теорией образования галактик и скоплений, а также с какими-либо конкретными моделями крупномасштабной анизотропии во Вселенной (см., например, [24, 25]).

Под полюсами анизотропии будем подразумевать точки на небесной сфере, задающие направление нормали к основной плоскости в случае плоской модели и направление оси цилиндра в случае цилиндрической модели. Положение полюсов определялось путем минимизации функции  $Q = \sum \sin^2(P_i - P_{ii})/N$ , где  $P_i$  — позиционный угол  $i$ -ой галактики,  $P_{ii}$  — теоретическое значение этого угла в рамках используемой модели пространственной ориентации; в случае цилиндрической модели  $P_{ii}$  обозначает ожидаемое среднее значение позиционного угла; суммирование ведется по всем галактикам выборки. Результаты вычис-

ления экваториальных координат полюсов  $\alpha_*$  и  $\delta_*$  для выборок UGC1, ESO1 и ESO3 приведены в табл. 2. Здесь же приведены разности  $\bar{\Delta} = \bar{\Omega}_{из} - \Omega$ , где  $\bar{\Omega}_{из}$  — среднее значение суммы  $\Omega$  при случайной, равновероятной ориентации галактик ( $\bar{\Omega}_{из} = 0.5$ ). Эти разности представлены в величинах стандартного отклонения  $\sigma$ . Обращает на себя внимание тот факт, что в случае цилиндрической модели полюсы расположены компактной группой в пределах круга  $\sim 10^\circ$ , в то время как в случае плоской модели разброс полюсов достигает  $\sim 80^\circ$ . Величины  $\bar{\Delta}$ , являющиеся мерой согласованности модели с наблюдательными данными, в случае цилиндрической модели приблизительно в два раза превосходят соответствующие значения для плоской модели. Эти результаты говорят в пользу цилиндрической модели пространственной ориентации.

Таблица 2

ПОЛЮСЫ АНИЗОТРОПИИ ПО ДВУМ МОДЕЛЯМ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ  
ОРИЕНТАЦИИ ГАЛАКТИК

Выборка	Число галактик	Плоская модель			Цилиндрическая модель		
		координаты полюса		$\bar{\Delta}$	координаты полюса		$\bar{\Delta}$
		$\alpha_*$	$\delta_*$		$\alpha_*$	$\delta_*$	
UGC1	2309	$1^h 20^m$	$+11^\circ$	$3.0\sigma$	$6^h 12^m$	$+84^\circ$	$5.3\sigma$
ESO1	3082	4 28	$-24$	2.8	0 24	$+82$	6.0
ESO3	565	23 08	$-25$	2.2	21 16	$+86$	3.5
ESO5	443	5 52	$+5$	5.6	14 56	$+35$	5.0

Данные о наклонах (видимых сжатостях) галактик подвержены значительным систематическим ошибкам [11]. В связи с этим эти данные мы использовали независимо от данных по позиционным углам. Были образованы две выборки спиральных и линзовидных галактик с уверенно определяемыми угловыми диаметрами: UGC3 с  $m \geq 15.4$ ,  $N = 2827$ ; ESO4 с  $1.2 \leq a \leq 1.5$  и  $N = 1807$ , а также выборка ESO5 только линзовидных галактик с  $a \leq 1.1$ ,  $N = 443$ . Для этих выборок была проведена процедура определения полюсов анизотропии. С этой целью использовались статистические плоская и цилиндрическая модели пространственной ориентации [7]. Координаты полюсов анизотропии вычислялись путем минимизации суммы  $\Omega = \sum_{i=1}^N (R_i - r)^2 / N$ , где  $R_i$  — отношение малого углового диаметра  $i$ -ой галактики к большому;  $r$  — корень квадратный из среднестатистического теоретического значения квадрата этой величины, вычисленного в рамках используемой модели. Варьированию подвергались как координаты полюса  $\alpha_*$  и  $\delta_*$ , так и полуширина диаграммы ориентаций  $\theta$ . Вычисления проводились в предположениях как нулевой, так и конечной толщины га-

лактик. В обоих случаях результаты практически совпадают. Расчеты показали, что выборки UGC3 и ESO4 не удовлетворяют ни одной из моделей в силу того, что для этих выборок минимальное значение суммы всегда превышает соответствующее значение для изотропного случая. Одним из возможных объяснений этого может быть то обстоятельство, что спиральные галактики вносят большие систематические ошибки в данные о наклонах [11]. В отличие от выборок UGC3 и ESO4 выборка линзовидных галактик ESO5 удовлетворяет обе модели: при  $\theta = 30^\circ$  цилиндрическую и при  $\theta = 40^\circ$  — плоскую. Координаты соответствующих полюсов представлены в табл. 2. Полюс в случае цилиндрической модели находится в пределах круга диаметром  $\sim 10^\circ$  по отношению к полюсам выборок UGC1, ESO1 и ESO3, в то время как в случае плоской модели разброс достигает более  $100^\circ$ . Таким образом, результаты вычисления полюсов по данным наклонов для выборки ESO5 также говорят в пользу цилиндрической модели.

Для проверки возможного влияния зоны избегания Млечного пути на результаты вычислений полюсов анизотропии все небо разбивалось на малые площадки, и каждой площадке приписывался определенный весовой множитель таким образом, чтобы вклад каждой площадки в квадратичные суммы  $\Omega$  и  $\bar{\Omega}$  был пропорционален ее площади. Затем повторялась процедура вычисления полюсов. Каких-либо существенных изменений в результатах такое «выравнивание» плотности галактик не дало.

6. *Обсуждение полученных результатов.* Переходя к обсуждению, нужно прежде всего отметить, что эффект анизотропии не связан с какой-либо одной областью на небесной сфере, а «представлен равномерно» по всему небу. Это хорошо демонстрируется данными табл. 1, где приводятся распределения галактик выборки UGC1 по позиционным углам для различных зон северного неба. Такова же ситуация и для южного неба. Это же подтверждает статистика распределения галактик UGC1 в пределах областей скоплений галактик класса «Near» из каталога Цвикки CGCG [26]. На рис. 2 представлены данные количества этих скоплений  $nn$ , в пределы контуров которых попадает  $NN$  галактик выборки UGC1. Среднее число галактик  $\bar{NN}$ , попадающих в пределы контура одного скопления, равно 1.8 при стандартном отклонении  $\sigma = 4.3$ . Таким образом, галактики выборки UGC1, как правило, не концентрируются в окрестностях скоплений Цвикки, а достаточно равномерно распределены на небесной сфере.

Вопрос о пространственном масштабе эффекта анизотропии должен решаться на основе данных красных смещений галактик. Однако ситуация пока такова, что те галактики, которые входят в построенные нами выборки, крайне слабо охвачены процессом измерения лучевых скоростей. Если расширить выборку UGC1 отказом от требования надежного определения

позиционного угла, оставив прежние критерии по морфологическому типу (спиральные и линзовидные) и звездной величине ( $m \geq 15.4$ ), то по данным трех больших каталогов лучевых скоростей — Вокулера и др. [27], Гухтмайера и др. [28], Руда и Пиблаза [29] можно отобрать 211 галактик с измеренными лучевыми скоростями. У этих галактик распределение по

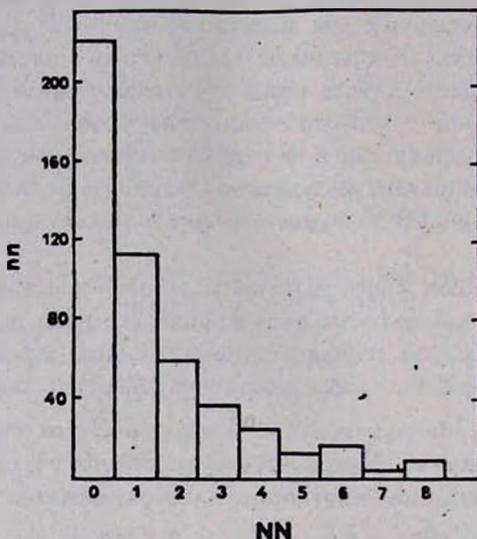


Рис. 2. Распределение галактик выборки UGC1 в пределах областей скопления класса «Near» из каталога Цвикки.

скоростям следующее:  $N_1 = 39$  ( $V \leq 2500$  км/с);  $N_2 = 29$  ( $2500 < V \leq 4000$  км/с);  $N_3 = 63$  ( $4000 < V \leq 6000$  км/с);  $N_4 = 51$  ( $6000 < V \leq 8000$  км/с);  $N_5 = 14$  ( $8000 < V \leq 10\,000$  км/с);  $N_6 = 15$  ( $V > 10\,000$  км/с).

Среднее значение скорости у этих галактик  $\bar{V} = 5300$  км/с при стандартном отклонении  $\sigma = 365$  км/с. Нужно учесть также следующие факты: 1) выборка UGC1 более слабых галактик проявляет больший эффект анизотропии, чем выборка UGC2 с более яркими галактиками; 2) галактики ESO1 меньших угловых размеров, чем галактики выборки ESO6 проявляют более острую тенденцию взаимной ориентации по сравнению с галактиками последней; 3) несмотря на то, что ядро Местного сверхскопления — скопление Девы — находится в северном полушарии, эффект анизотропии как качественно, так и количественно идентичен в северном и южном небе и вообще «равномерно представлен» по всей небесной сфере; 4) выборка линзовидных галактик ESO3 предельно малых угловых размеров ( $a \leq 1.1$ ) проявляет столь же сильный эффект анизотропии, как и выборки UGC1 и ESO1. В свое время одним из основных доводов в пользу существова-

ния Местного сверхскопления была тенденция концентрации ярких галактик вокруг некоторого большого круга на небесной сфере [30], который впоследствии был определен как сверхгалактический экватор. Галактики выборки UGC1, ESO1 и ESO3, в которых максимально выражен эффект анизотропии, не проявляют этой тенденции сгущивания в полосе вокруг сверхгалактического экватора (рис. 3). Помимо избегания зоны Млечного

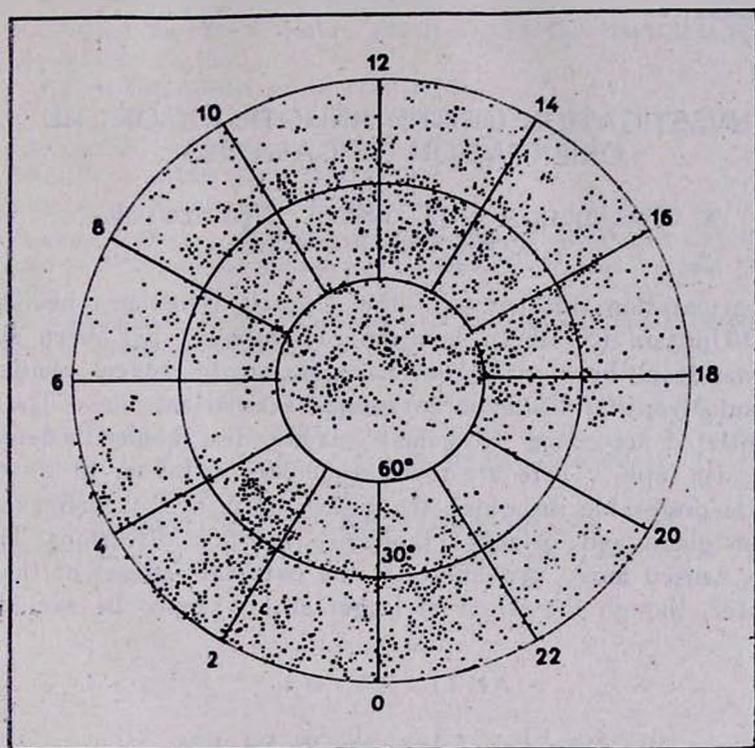


Рис. 3. Распределение галактик выборки UGC1 на небесной сфере.

пути на рисунке не видно какой-либо четкой крупномасштабной тенденции отклонения от равномерного распределения. Это может быть объяснено тем обстоятельством, что галактики этих выборок входят, как правило, не в основное тело Местного сверхскопления, а принадлежат его гало (см., например, [31, 32]).

Все эти факты вместе взятые позволяют сделать предварительный вывод, что эффект анизотропии ориентаций видимых больших осей галактик Уппсальского и ЕЮО/Уппсальского каталогов связан, в основном, с внешними, периферийными областями Местного сверхскопления (его гало) либо имеет пространственный масштаб, значительно превосходящий размеры

последнего. Окончательное заключение по этому вопросу возможно лишь после того, как будут измерены лучевые скорости большинства галактик используемых выше выборок. Нельзя исключить также и тот вариант, при котором действительно слабые по светимости и меньшие по линейным размерам галактики проявляют взаимную ориентированность более остро, чем галактики-гиганты.

Киевский государственный  
университет

## INVESTIGATION OF THE ANISOTROPY OF THE ORIENTATION OF GALAXIES

A. V. MANDZHOS, A. JA. GREGUL, I. YU. IZOTOVA,  
V. V. TEL'NYUK-ADAMCHUK

The orientation anisotropy of the Uppsala (Northern hemisphere) and ESO/Uppsala (Southern hemisphere) galaxies has been studied. The galaxies from both catalogues have shown to reveal similar pronounced anisotropy in the apparent major axes orientations. The effect is differentiated according to galaxy magnitudes, angle diameters and morphological types. There are some arguments in favour of its reality. A model is preferable, in which the galaxy normals are complanar with some given plane and oriented randomly in other directions. The anisotropy is caused most probably by the external regions of the Local Supercluster, though the effect of larger scales cannot be excluded.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *F. G. Brown*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 99, 534, 1938.
2. *F. G. Brown*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 127, 517, 1964.
3. *F. G. Brown*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 138, 527, 1968.
4. *F. G. Brown, S. P. Wyatt*, Astron. J., 60, 415, 1955.
5. *D. L. Hawley, P. J. E. Peebles*, Astron. J., 80, 477, 1975.
6. *S. Djorgovski*, Astrophys. J., Lett. Ed., 274, L7, 1983.
7. *Y. Yaaniste, E. Saar*, Preprint Inst. Astrophys. and Atmosph. Physics, A-2, Tartu, 1977.
8. *H. T. McGillivray, R. J. Dodd, B. V. McNally, H. G. Corwin*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 198, 605, 1982.
9. *S. Karponidis, W. T. Sullivan*, Astron. and Astrophys., 118, 33, 1983.
10. *M. Reinhardt*, Veroff. Astron. Inst. Bonn, 80, 1, 1970.
11. *P. Nilson*, Rep. Uppsala Astron. Observ., No. 3, 1974.
12. *P. Nilson*, Ann. Uppsala Astron. Observ., 6, 1, 1973.
13. *А. В. Манджос, В. В. Тельнюк-Адамчук*, Астрон. циркуляр, № 908, 5, 1976.

14. А. П. Кобцшкин, А. В. Манджос, В. В. Тельнюк-Адамчук, Астрометрия и астрофиз., вып. 33, 30, 1977.
15. А. В. Манджос, В. В. Тельнюк-Адамчук, А. Я. Грезуль, Письма в Астрон. ж., 11, № 7, 495, 1985.
16. А. Lauberts, The ESO/Uppsala Survey of the ESO(B) Atlas, Munchen, 1982.
17. F. Valdes, J. A. Tyson, J. F. Jarvis, Astrophys. J., 271, 431, 1983.
18. J. H. Oort, In: „11-th Solvay Conference on the Structure and Evolution of the Universe“, Brussels, 1958, p. 163.
19. Л. М. Озерной, Астрон. ж., 48, 1160, 1972.
20. L. M. Osernot, In: “The Formation and Dynamics of Galaxies“, IAU Symp. No. 58, Dordrecht-Reidel, 1964, p. 85.
21. А. Г. Дорошкевич, Астрон. ж., 49, 1221, 1972.
22. А. G. Doroshkevich, Astrophys. Lett., 14, 11, 1973.
23. V. Icke, Astron. and Astrophys., 27, 1, 1973.
24. F. Birch, Nature, 298, No. 5873, 451, 1982.
25. Р. М. Мурадян, Астрофизика, 24, 396, 1984.
26. F. Zwicky, E. Herzog, P. Wild, M. Karpowicz, T. C. Kowal, Catalogue of Galaxies and Clusters of Galaxies, Pasadena, Calif. Inst. Technol., 1—6, 1961—1968.
27. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, Second Reference Catalogue of Bright Galaxies, Texas, 1976.
28. W. K. Huchtmeier, O.-C. Richter, H.-D. Bohnenstengel, M. Hauschildt, A General Catalogue of H1 Observations of External Galaxies, Sci. Prepr. Eur. South. Observ., No. 250, 1983.
29. H. J. Rood, P. J. E. Peebles, A Catalog of Galaxy Redshifts, Preprint, 1980.
30. Ж. Вокюлер, Астрон. ж., 36, 977, 1959.
31. B. R. Tully, Astrophys. J., 257, No. 2, part 1, 389, 1982.
32. G. Chincarini, H. J. Rood, Sky and Telesc., 59, No. 5, 364, 1980.