

С. Г. Искударян

Об одной предполагаемой системе типа Скульптора

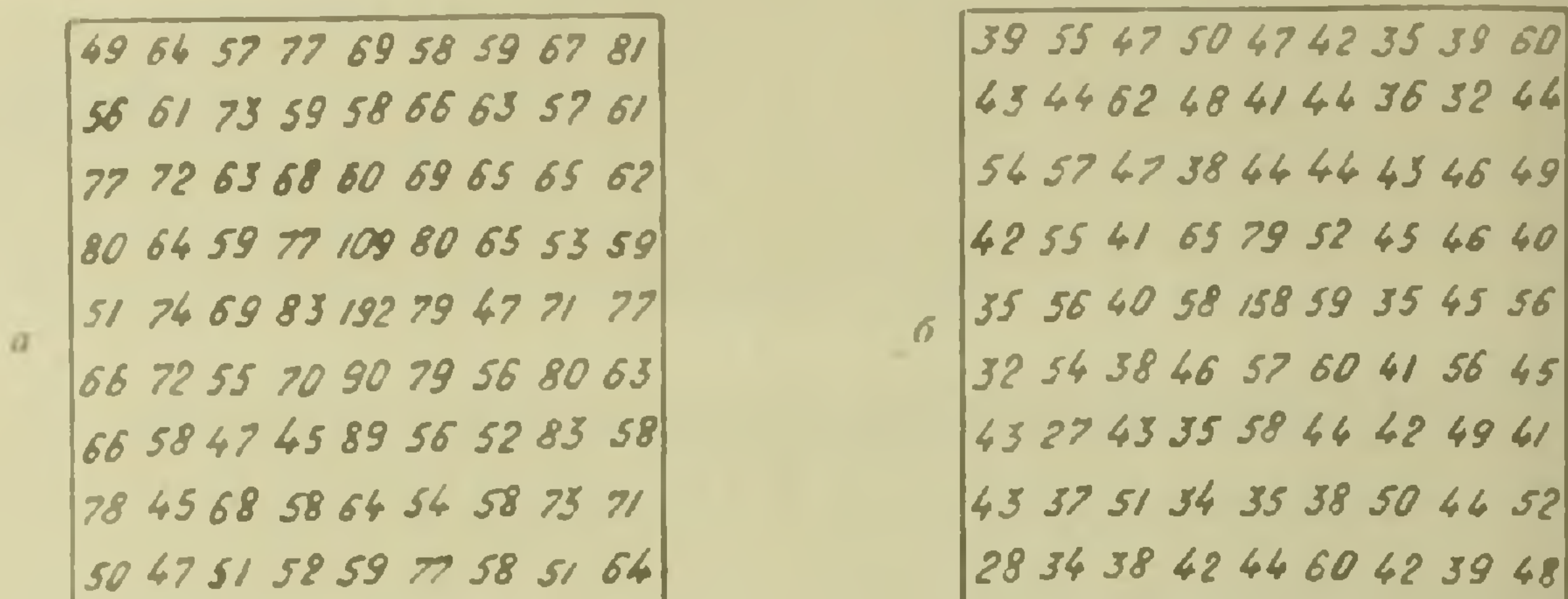
(Представлено академиком В. А. Амбарцумяном 10. VI. 1959)

В настоящее время известно восемь карликовых галактик низкой поверхностной яркости, являющихся соседями нашей Галактики. Они все — системы типа Скульптора, которые составляют подкласс эллиптических галактик. Известные в настоящее время системы типа Скульптора были обнаружены в высоких галактических широтах. Трудность их обнаружения в низких галактических широтах обусловлена наличием поглощения, ослабляющего и без того низкую поверхностную яркость этих систем. Что касается систем, расположенных сравнительно близко, то последние из-за малой звездной плотности теряются в плотном звездном поле низких галактических широт. По этой причине обнаружение подобных объектов в низких галактических широтах возможно только при тщательных исследованиях.

На Паломарских картах нам удалось обнаружить одну новую систему типа Скульптора, которая находится на низкой галактической широте ($b = -6^\circ$; $\alpha_{1950} = 5^h 55^m 7^s$, $\delta_{1950} = +7^\circ 46'$, около звезды Бетельгейзе). Если смотреть через лупу, в первую очередь бросается в глаза сильное центральное сгущение слабых звезд, от которого в разные стороны распространяются более рассеянные группы слабых звезд. Такая картина напоминает обнаруженную Цвикки карликовую галактику Козерога (¹).

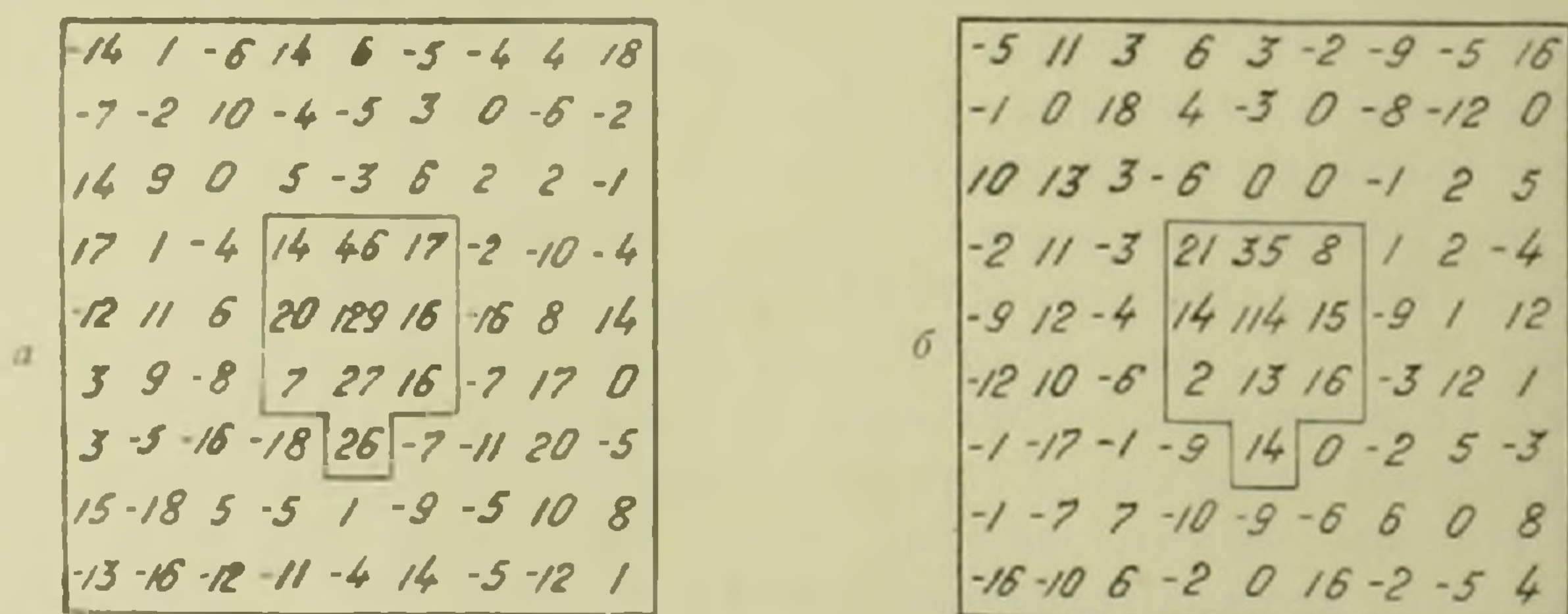
После обнаружения системы мы провели исследование звездного распределения в ней. Была взята область размером 25.2×25.2 , которая в свою очередь была разделена на области размером 2.8×2.8 . Поместив центр нашей системы в одном из средних квадратов, мы подсчитали количество звезд в отдельных квадратах (до предела яркости данной карты) как на голубой, так и на красной картах. Результаты подсчета приведены на фиг. 1. Определив плотность звездного фона, окружающего скопление, и вычтя ее из вышеуказанных чисел, мы получили уже вероятное звездное распределение данной системы. Полученная картина приведена на фиг. 2. Границы скопления определялись линией, отделяющей положительные значения от

отрицательных в центральной области. Наличие отрицательных чисел показывает, что в таких местах звездная плотность системы не превосходит флюктуаций фона. Таким образом, полученный угловой диаметр скопления приблизительно равен $10'$.



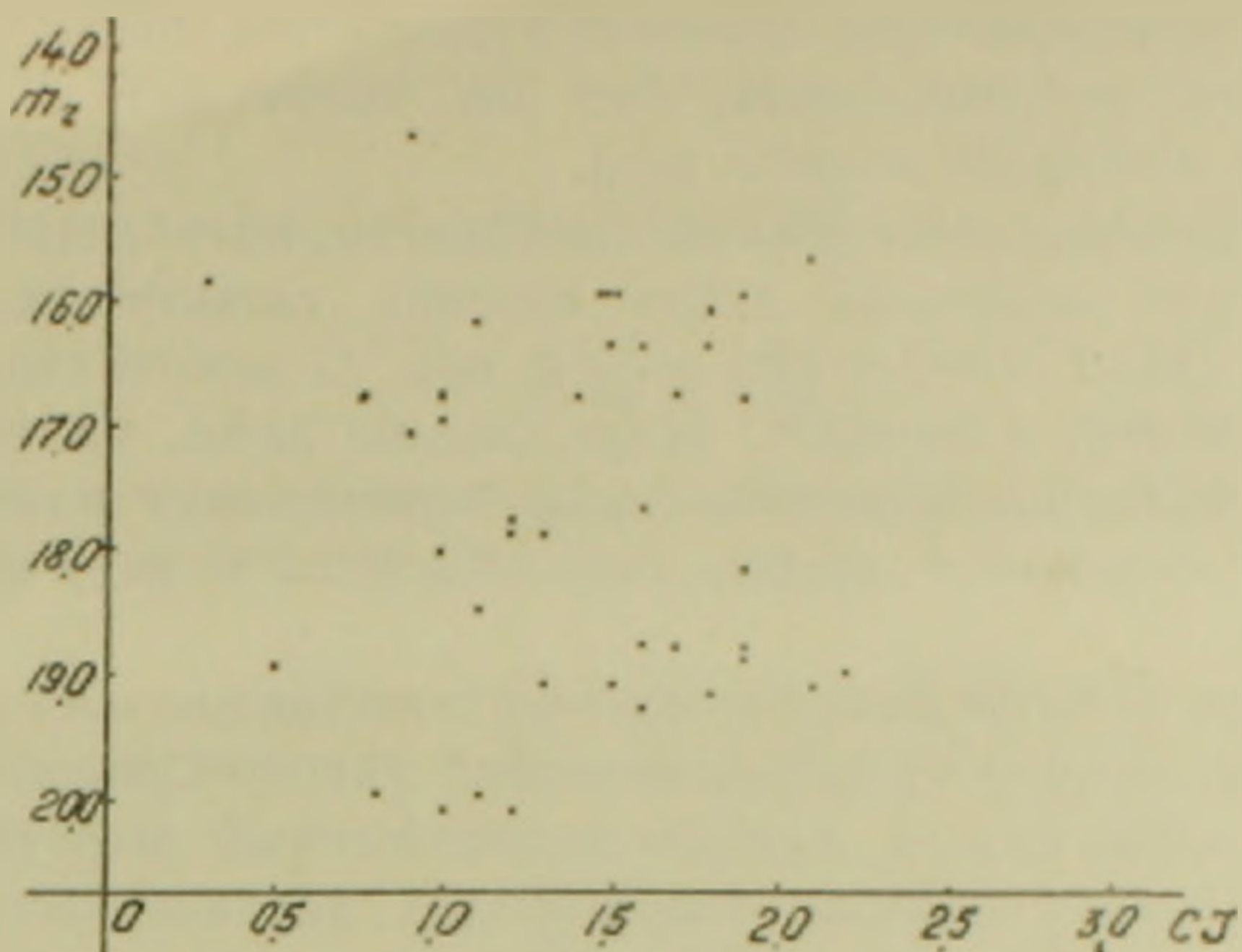
Фиг. 1. Видимое распределение звезд в системе и в окружающем поле (а — на красном, б — на голубом снимках Паломарского атласа).

Далее была сделана попытка получить диаграмму цвет—звездная величина этой системы. Для этого взяты звезды, которые находились в центральной области размером 2.8×2.8 . На голубой и красной картах при помощи лупы с увеличением в 10 раз были измерены

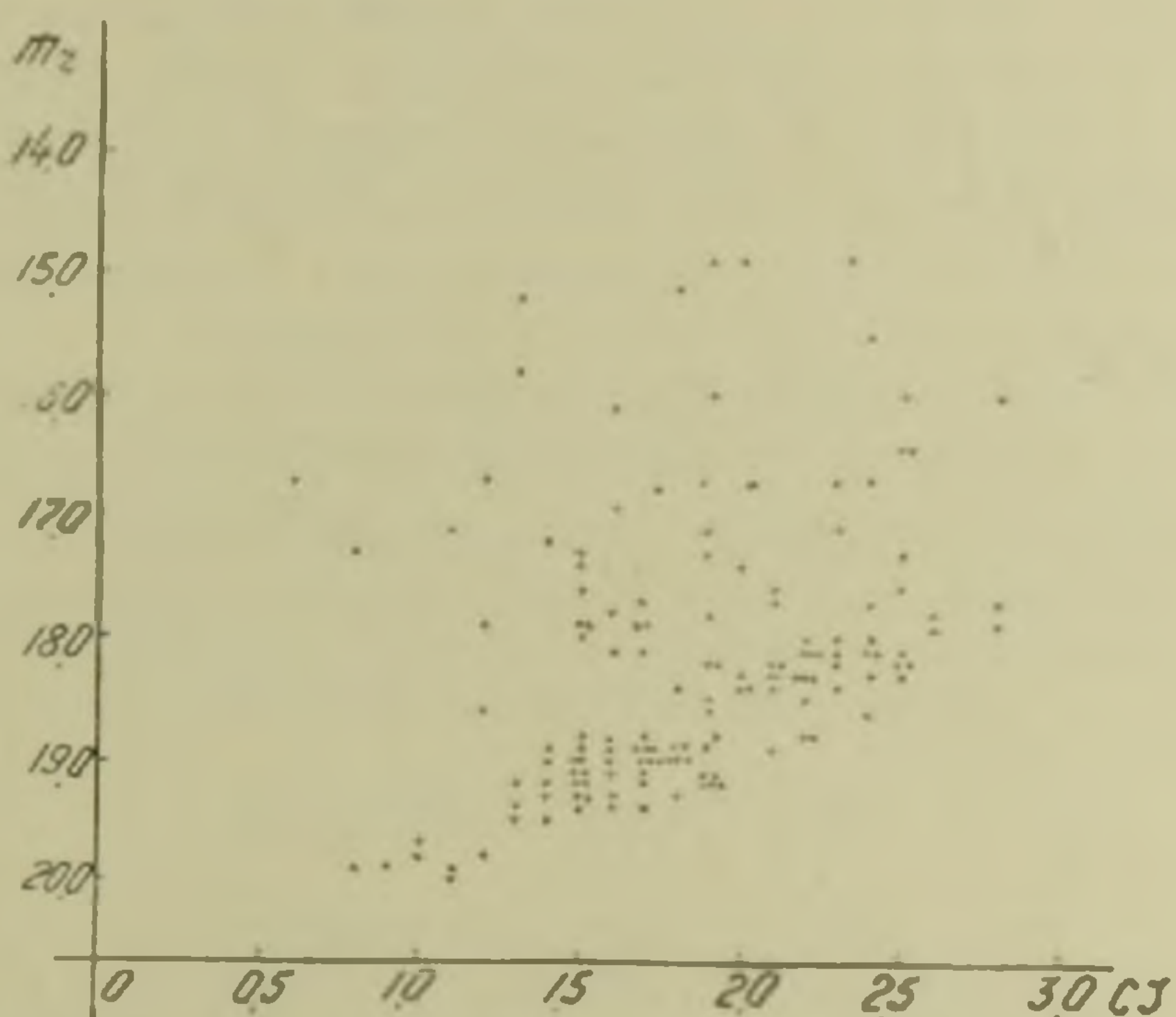


Фиг. 2. Вероятное распределение звезд в системе и в окружающем поле на красном (а) и на голубом (б) снимках Паломарского атласа.

звездные величины всех звезд, доступных измерению. Стандартными звездами служили некоторые звезды шарового скопления МЗ. Фотографические величины и показатели цвета этих звезд были взяты из данных Сандейджа (²), а красные величины были получены по формуле $m_r = m_{pg} - 1.6C$. Таким путем были определены фотографические и красные величины 149 звезд, находящихся в центральном квадрате. Определив красные показатели цвета звезд системы по формуле $C_r = m_{pg} - m_r$, мы составили диаграмму цвет—звездная величина (фиг. 3). На вертикальной оси отложены красные звездные величины, на горизонтальной оси—красные показатели цвета звезд. Там же



а)



б)

Фиг. 3. а — диаграмма цвет—звездная величина области соседнего фона;
б — диаграмма цвет—звездная величина карликовой галактики Ориона.

приведена полученная таким же путем диаграмма цвет—звездная величина для области соседнего фона такого же размера. Сравнение диаграмм показывает, что звезды, которые ярче $m_z = 17^m7$, можно считать звездами фона. Таким образом, после исключения влияния звезд переднего фона, мы убеждаемся, что диаграмма собственных звезд системы несомненно представляет собой диаграмму, свойственную звездному населению второго типа.

Несмотря на то, что звездные величины и цвета, определенные нами на Паломарских картах, могут содержать значительные систематические и случайные ошибки, общий вид полученной диаграммы

настолько характерен для населения второго типа Бааде, что в данном случае можно не сомневаться, что мы имеем дело с системой, состоящей из населения второго типа.

Это подтверждается тем, что диаграммы, полученные нами таким же путем для некоторых очень далеких галактических звездных скоплений, имеют совершенно другой вид. С другой стороны, по линейным размерам, о которых будет сказано ниже, мы убедимся, что наша система своим диаметром сильно превосходит шаровые скопления и по этой причине должна быть отнесена к ряду галактик типа Скульптора.

Так как системы типа Скульптора в настоящее время очень мало исследованы, то полученную диаграмму удобно сравнить с диаграммами уже известных и хорошо исследованных шаровых звездных скоплений. Наша диаграмма соответствует верхней части диаграммы шаровых скоплений (ветви красных и желтых гигантов). Более слабые звезды из-за большого расстояния системы и наличия заметного поглощения не получились. Деление ветви красных гигантов на две части, которое заметно в нашей диаграмме вдоль линии $m_r = 18^m7$, намечается и в диаграммах отдельных шаровых скоплений.

По диаграмме можно определить расстояние и размеры системы. С этой целью мы в первую очередь должны оценить существующее в направлении системы галактическое поглощение.

В разных шаровых звездных скоплениях и, вероятно, в разных эллиптических галактиках (в том числе и в галактиках типа Скульптора) максимальный показатель цвета красных гигантов (т. е. самых ярких звезд системы) достигает разных величин, например:

$$\text{в } M3 \quad CI_{\max}^{\text{int}} = +1^m55 \quad (2)$$

$$\text{в } M92 \quad CI_{\max}^{\text{int}} = +1^m30 \quad (3)$$

$$\text{в } M15 \quad CI_{\max}^{\text{int}} = +1^m00. \quad (4)$$

Оцененный максимальный красный показатель цвета для звезд нашей системы равен 2^m8 , которому в интернациональной системе соответствует величина 1^m75 . Ясно, что эта величина содержит в себе селективное поглощение нашей Галактики, которое благодаря низкой галактической широте системы может достигать больших размеров. Одним из способов определения поглощения может быть сравнение с той нормальной величиной максимального цвета гигантов, которую должны иметь системы типа Скульптора. Считая, что нормальный показатель цвета соответствует среднему из приведенных выше трех шаровых скоплений ($M92: CI_{\max}^{\text{int}} = +1^m30$) и учитывая, что $M92$ находится в галактической широте $+37^\circ$, где покраснение должно быть порядка $+0^m1$, мы получим:

$$CI_{\max}^{\text{int}} = +1^m20.$$

Эту величину можно считать вполне приемлемой, так как Бааде ⁽⁵⁾ для системы типа Скульптора в Драконе приводит величину $C_{\max}^{\text{int}} = + 1^{\text{m}}20$.

При переходе на систему Паломарского атласа эту величину надо умножить на 1.6:

$$C_r = + 1^{\text{m}}9.$$

Между тем измеренный нами максимальный показатель цвета в нашей системе равен $2^{\text{m}}8$. Тогда для покраснения имеем:

$$A_{\text{pg}} - A_r = 2^{\text{m}}8 - 1^{\text{m}}9 = 0^{\text{m}}9, \quad (1)$$

где A_{pg} и A_r поглощения в фотографических и красных лучах.

Кроме того, будем считать, что

$$A(\lambda) \sim \lambda^{-1},$$

следовательно

$$\frac{A_g}{A_r} = \frac{\lambda_r}{\lambda_{\text{pg}}} \approx 1.5. \quad (2)$$

Из совместного решения уравнений (1) и (2) получаем:

$$A_{\text{pg}} = 2^{\text{m}}7, \quad A_r = 1^{\text{m}}8. \quad (3)$$

Величины A_{pg} и A_r можно получить также, пользуясь формулой cos ec-a и уравнением (1). В этом случае имеем:

$$A_{\text{pg}} = 2^{\text{m}}8, \quad A_r = 1^{\text{m}}9. \quad (6)$$

Для определения расстояния системы применялись значения (а).

Для второго типа населения можно принять:

$$M_{\text{v}}^{\text{max}} = - 3^{\text{m}}0, \quad (2)$$

тогда

$$M_{\text{pg}}^{\text{max}} = - 1^{\text{m}}8, \quad M_r^{\text{max}} = - 3^{\text{m}}7.$$

С другой стороны, из диаграммы, приведенной на фиг. 2, мы имеем:

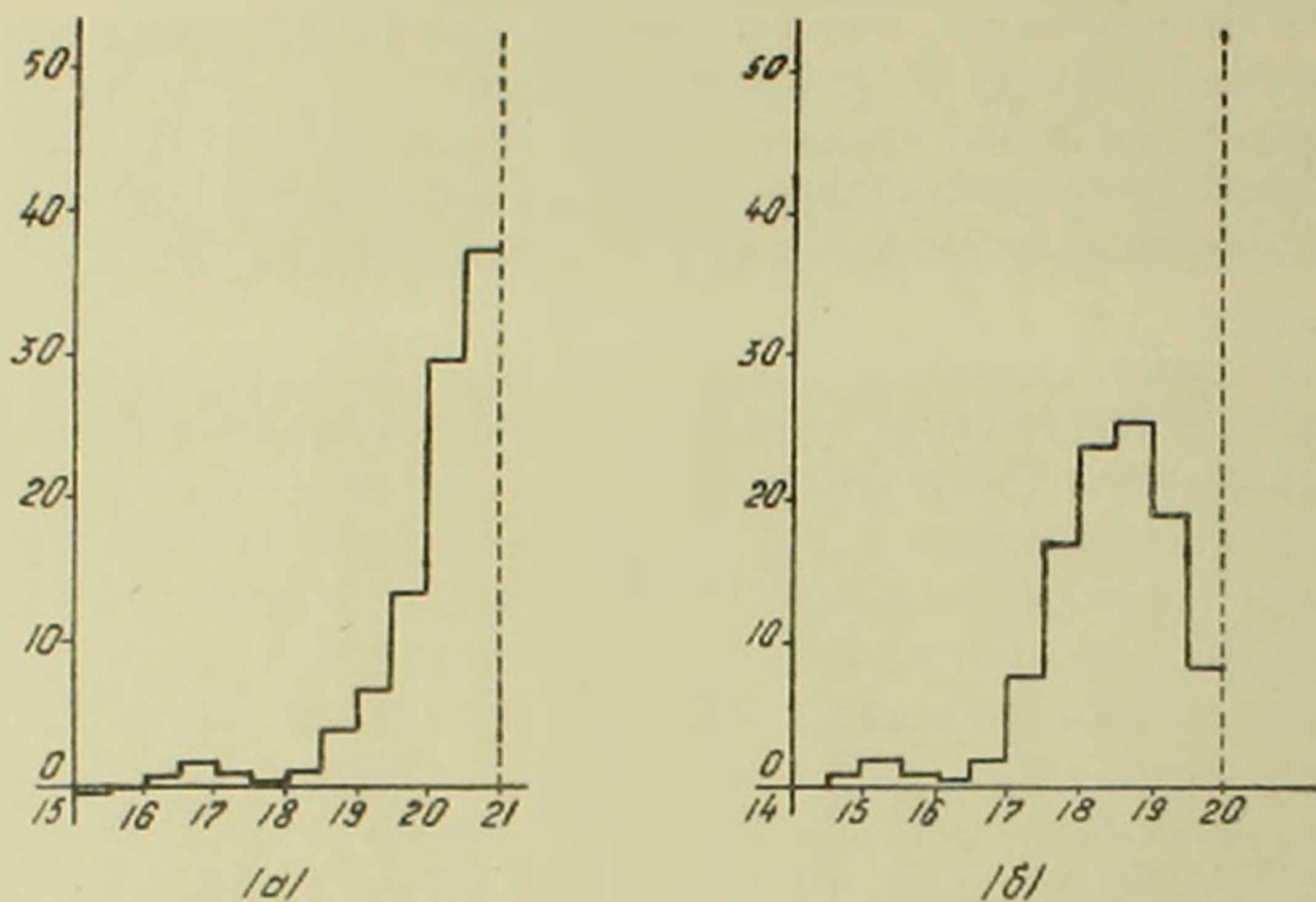
$$m_r^{\text{max}} = 17^{\text{m}}7, \quad m_{\text{pg}}^{\text{max}} = 20^{\text{m}}3.$$

Учитывая поглощение как в голубых, так и в красных лучах, для истинного модуля расстояния имеем следующие значения:

$$20^{\text{m}}3 + 1^{\text{m}}8 - 2^{\text{m}}7 = 19^{\text{m}}4 \quad \text{или} \quad 17^{\text{m}}7 + 3^{\text{m}}7 - 1^{\text{m}}8 = 19^{\text{m}}6.$$

Средний модуль расстояния равен $19^{\text{m}}5$, чему соответствует расстояние около 80 000 ps (в направлении антицентра Галактики, $l = 167^\circ$). Так как наблюдаемый угловой диаметр равен $10'$, то линейный диаметр для полученного расстояния будет около 250 ps.

Для исследуемой системы построены кривые светимости в фотографических и красных лучах (фиг. 4). При построении кривых звезды фона исключены. Для этих кривых характерен их крутой подъем к максимуму. Такой ход кривой светимости свойственен си-



Фиг. 4. Функции светимости карликовой галактики Ориона в фотографических (а) и в красных (б) лучах.

стемам, состоящим из второго типа населения, и это еще раз подтверждает наш вывод о характере системы (например, смотреть доклад Баума на десятом конгрессе МАС).

Максимум кривой светимости, полученный в красных лучах, по-видимому, реален и не обусловлен тем, что здесь мы подходим к пределу чувствительности карты. Но так как построенная кривая светимости представляет собой лишь часть кривой светимости системы, то не исключено, что кривая светимости за пределом чувствительности снимка может иметь второй максимум, обусловленный уже карликами. На основании кривых светимостей мы определили сначала видимую интегральную, а затем и абсолютную светимость системы. Для учета яркостей тех звезд, которые на картах могли не получиться, суммарная яркость имеющихся на картах звезд была увеличена на 30%. Тогда интегральная видимая величина системы в красных лучах получилась:

$$m_r = 12^m.5,$$

а исправленная видимая величина

$$m_{r,0} = 12^m.5 - 1^m.8 = 10^m.7.$$

Для абсолютной интегральной яркости системы в красных лучах получим:

$$M_r = 10^m.7 - 19^m.5 = -8^m.8.$$

Считая среднюю величину красного показателя цвета системы около 1^m.4, определяем абсолютную фотографическую величину:

$$M_{pg} = -8^m 8 + 1^m 4 = -7^m 4$$

Как было отмечено выше, система находится на низкой галактической широте, где существует заметное поглощение. Это дает основание думать, что наблюдаемое скопление может быть прозрачной областью в поглощающем слое. Однако изучение вопроса не подтвердило это.

Прежде всего существование такой маленькой по угловым размерам прозрачной области мало вероятно. С другой стороны, подсчеты внешних галактик показали, что поглощение в направлении скопления не меньше, чем в окружающей области. Если в круге с радиусом $r = 10'$ вокруг скопления не было ни одной внешней галактики, которая своей красной величиной превосходила бы $18^m 0$, то в круге с радиусом $r = 20'$ нашлось три таких галактики, а в соседней области площадью в $1^\circ \times 1^\circ$ их было семь (при подсчете мы брали галактики ярче $18^m 0$, ибо более слабые галактики на картах Паломарского атласа не всегда можно отличить от звезд). Таким образом, из наших подсчетов видно, что область системы во всяком случае не более прозрачна, чем окружающая ее область. Наоборот, кажется более вероятным, что поглощение в области скопления больше, чем в ее окрестностях, ибо замечен тонкий слой поглощающего вещества, проходящего через скопление.

Мы уже говорили, что наша система своим внешним видом сильно напоминает карликовую галактику Козерога (они обе имеют центральное сгущение и более слабые края). По-видимому, такие системы составляют подгруппу галактик типа Скульптора.

Соседние нам галактики Скульптора чрезвычайно мало исследованы. До сих пор не выяснен вопрос, являются ли они спутниками нашей Галактики или нет. Во всяком случае, они очень близки к нам и находятся внутри сферы с радиусом около 300 000 ps. Их число несомненно велико, но так как это объекты низкой поверхностной яркости, то из них далекие не видны.

То обстоятельство, что девятый сферический сосед нашей Галактики, который мы назовем карликовой галактикой Ориона (от α Ориона $3^m 2$ к востоку, $22'$ к северу), недалек от галактической плоскости, подсказывает нам мысль, что системы типа Скульптора следует искать и в низких галактических широтах.

Бюраканская астрофизическая обсерватория

Академии наук Армянской ССР

Ս. Գ. ԽՍԿՈՒԴԱՐՅԱՆ

Սկուլպտորի տիպի մի նոր էմբադոնի սխեմա

Ներկայումս հայտնի Սկուլպտորի տիպի սխեմաները հայտնաբերված են բարձր զալակտիկ լայնութայններում: Ցածր զալակտիկ լայնութայններում նրանց հայտնաբերելը դժվար է, քանի որ այնտեղ առկա զգալի կլանումը թուլացնում է այդ սխեմաների առանց այն էլ թույլ մակերևութային պայծառութայնը: Իսկ համեմատաբար մոտ գտնվողներն էլ իրենց փոքր աստղային խտությամբ կորչում են ցածր զալակտիկ լայնութայնների խիտ աստղային դաշտում:

Պալոմարի քարտեզներն Վրա մեզ հաջողվեց գտնել մի նոր Սկուլպտորի տիպի սիստեմ, որն բնկած է ցածր զալակտիկ լայնությունում՝ $b = -6^\circ$ -ում ($a = 5^h 53^m 7^s$, $\delta = +7^\circ 46'$, բեռնվեցեղե աստղի մոտ)։ Առաջին հերթին մենք կատարել ենք այդ տիրույթի աստղերի բաշխման ուսումնասիրությունը, բոլորի սիստեմի դիտվող տրամագիծը շուրջ $10''$ է։ Ապա կազմել ենք դույն—մեծություն դիագրամը, որը տրված է զծ. 3-ում։ Նույն գծագրում բերված է դույն մեծություն դիագրամը կույտին հարևան ֆոնից վերցված նույն չափերի ($2'8'' \times 2'8''$) տիրույթի համար։ Դիագրամների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ $M_r = 17^m 7$ -ից պայծառ աստղերը կարելի է ֆոնի աստղեր համարել։ Այսպիսով, հաշվի առնելով ֆոնի աղդեցությունը մենք համոզվում ենք, որ սիստեմի սեփական աստղերի դիագրամը անկասկած ներկայացնում է իրենից երկրորդ տիպի բնակչության հատուկ դիագրամ։ Մյուս կողմից, հետազոտում ստացված պնդման չափերից մենք կհամոզվենք, որ մեր սիստեմն իր տրամագծով շատ է դերազանցում դնդաձև աստղակույտերից և այդ պատճառով պետք է դասվի Սկուլպտորի տիպի գալակտիկաների շարքը։

Օգտվելով դիագրամից կարելի է որոշել կույտի հեռավորությունն ու չափերը։ Հեռավորության մոզույի համար ստացված $18^m 5$ միջին արժեքին համապատասխանում է շուրջ 80000 ps հեռավորություն (մեր Գալակտիկայի հակահենարոնի ուղղությամբ, $l = +167^\circ$)։ Գծային տրամագիծը ստացված հեռավորության համար հավասար է շուրջ 50 ps-ի։

Ուսումնասիրվող սիստեմի համար կառուցվել են լուսատվության կորերը լուսանկարչական և կարմիր ճառագայթներում։ Գծ. 4-ում բերված այդ կորերը ազատված են ֆոնի աստղերից։ Հետաքրքիրն այդ կորերում այն է, որ նրանք իրենց մաքսիմումին են ձգտում շատ արագ։ Լուսատվության կորի այսպիսի ընթացքը բնորոշ է երկրորդ տիպի բնակչությունից կազմված սիստեմների համար ու մեկ անգամ ևս հաստատում է մեր եզրակացությունը սիստեմի բնույթի վերաբերյալ։

Կարմիր ճառագայթներում սիստեմի ինտեգրալ բացարձակ պայծառության համար ստանում ենք՝

$$M_r = -8^m 8$$

լուսանկարչական ճառագայթներում՝

$$M_{rg} = -7^m 4$$

Ինչպես նշվեց սկզբում, սիստեմը գտնվում է ցածր զալակտիկ լայնությունում, որտեղ ասկա է մեծ կլանում։ Այս բանը հիմք կարող է տալ մտածելու, որ դիտվող կույտը կարող է պատուհան լինել կլանող շերտի մեջ։ Սակայն ուսումնասիրությունների ընթացքում չգտնվեց և ոչ մի փաստ, որ խոսեր հոգուտ այդ բանի։

Մեզ հարևան Սկուլպտորի տիպի գալակտիկաները չափազանց քիչ ուսումնասիրված սիստեմներ են։ Մինչև այժմ չի պարզված այն հարցը, թե նրանք մեր Գալակտիկայի տեղական խմբին պատկանում են թե ոչ։ Համենայն դեպի նրանք մեզ շատ մոտ են և ընկած են շուրջ 300000 ps շառավղով սփերայի ներսը։ Սկուլպտորի տիպի սիստեմների թիվն անպայման մեծ կլինի, բայց շատ թույլ մակերեսային պայծառության օբյեկտներ լինելով, նրանցից հեռավորները չեն երևում։

Այսպիսով, մեր Գալակտիկայի 9-րդ սֆերիկ հարևանը, որին կանգնենք Օրիոնի թղուկ գալակտիկա (Օրիոնի 1-ից $3^m 2$ -ով դեպի արևելք, 22° -ով հյուսիս), ընկած լինելով ցածր զալակտիկ լայնությունում, մեզ հուշում է այն միտքը, որ Սկուլպտորի տիպի սիստեմներ պետք է փնտրել նաև ցածր զալակտիկ լայնություններում։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Ժ. Цвикки, „Morphological Astronomy“, Берлин, Геттинген, Гейдельберг, стр. 201—208, 1957. ² А. Сандейдж, А. J. 58, 65—67, 1953. ³ Г. Арн, В. Баум, А. Сандейдж, А. J. 58, 8, 1953. ⁴ Г. Джонсон, М. Шварцшильд, Ар. J. 113, 635, 1951. ⁵ В. Бааде, Stellar Populations (proceedings of the conference held in Vatican Observatory), стр. 10, 1958.