столкновения с которой могли образоваться из нашей Галактики Магеллановы Облака, — такое совпадение отнюдь не является случайным.

7. Взаимное столкновение галактик в расширяющейся Метагалактике пока не является очень редким событием, особенно внутри гравитационно связанных систем галактик. В рассматриваемом случае речь должна идти о Сверхгалактике Вокулера, к которой принадлежат наша Галактика и галактика NGC 55. Сверхгалактика расширяется и вращается, имея центр в скоплении Девы ($l=255°$, $b=+75°$), причем наша Галактика принимает участие в общем вращении системы со скоростью порядка 500 км/сек в направлении $l=187°$ и $b=-14°$. Соответствующая параболическая скорость превышает эту величину круговой скорости вращения в $\sqrt{2}$ раз, а их разность $(\sqrt{2}-1)\times 500$ км/сек ≈ 200 км/сек должна иметь порядок эффективной относительной скорости сталкивающихся галактик, чему как раз соответствует наблюдаемая лучевая скорость галактики NGC 55. Кроме того, следует ожидать, что в расширяющейся сильно сплющенной Сверхгалактике галактика, сталкивающаяся с нашей Галактикой, должна была двигаться из внутренней области наружу в экваториальной сверхгалактической плоскости, что опять-таки как раз и имеет место для галактики NGC 55: угловое расстояние NGC 55 от северного полюса Сверхгалактики ($l=15°$, $b=+5°$) составляет 93°.

IV ЗАСЕДАНИЕ

5 октября, утро

ДОКЛАД Р. Б. ШАЦОВОЙ (РОСТОВ Н/Д)

ОБЩАЯ КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДСИСТЕМ ГАЛАКТИКИ

1. Характерной чертой изучения подсистем и типов населения Галактики является установление различий между ними. Различия многочисленны и хорошо известны.

Но всякое сравнение предполагает выяснение не только различий, но и сходства. Тем более можно ожидать, что у подсистем Галактики должны быть какие-то общие характеристики и закономерности, поскольку они сосуществуют в едином гравитационном поле, и что сходство не только в том, что у всех подсистем одна и та же плоскость симметрии.

Это направление изучения до сих пор развивалось весьма пассивно, и если сейчас оно имеет некоторый актив, то обязан он тому, что ряд фактов сходства просто «лезли в глаза».

К общим закономерностям подсистем относятся:

1) Уравнение Стремберга $S=0.192\sigma^2+10.0$.

2) Постоянство отношений дисперсий скоростей в плоскости Галактики к дисперсии в z—направлении:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_3}=0.53\,,\quad \frac{\sigma_2}{\sigma_3}=0.67.$$

3) Постоянство отношения квадрата дисперсии в z—направлении к галактической концентрации β

$$\frac{\sigma_3^2}{\beta}=1\ (\text{км/сек})^2/\text{пс}.$$

Факты 2) и 3) подметил П. П. Паренаго [1].

4) Общая зависимость между градиентами плотности в плоскости Галактики и перпендикулярно к ней, на которую обратил внимание И. М. Копылов [2].

Хотя теоретически вопрос сосуществования подсистем не разработан, но теоретики не полностью обошли его молчанием. У Чандрасекара [3] рассмотрено несколько примеров наложения систем и выведены два условия, которые однако не сравниваются с наблюдениями. Тем же отмечен параграф «Сосуществование звездных подсистем» в «Звездной астрономии» В. Зонна и К. Рудницкого. Вместе с тем встречается мнение, что распределения звезд разных классов независимы между собой, что здесь действует закон, подобный закону Дальтона для смеси газов.

Возможно, что данный обзор не полон.

2. Нам встретилась еще одна характеристика, общая для всех подсистем: дисперсия логарифмов тангенциальных скоростей звезд.

В ряде работ о красных карликах [4] мы принимали логарифмически нормальное распределение тангенциальных скоростей звезд:

$$\psi(\lg v_t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}\left(\lg v_t - \overline{\lg v_t}\right)^2}. \qquad (1)$$

Затем мы показали, что форма (1) столь же применима для карликов с эмиссией в спектрах, для белых карликов и субкарликов. (См. рис. 1 и 2). При этом выяснилось, что дисперсия σ почти одинакова для всех

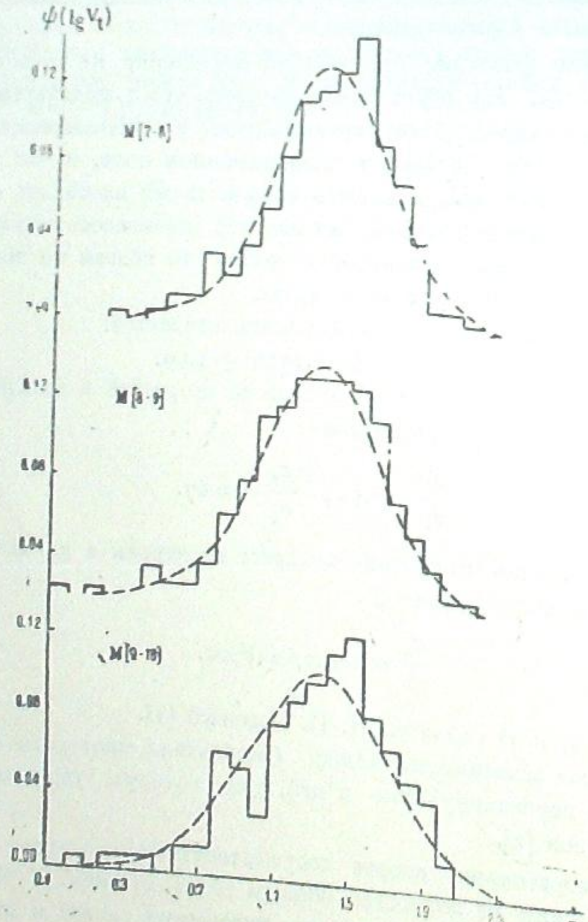

Рис. 1

рассмотренных групп (табл. 1). А ведь эти группы принадлежат плоской, промежуточной и сферической подсистемам, соответственно. Но все эти звезды очень близкие, ближе 50 пс, и это вызвало опасение, что постоянство σ — местное явление.

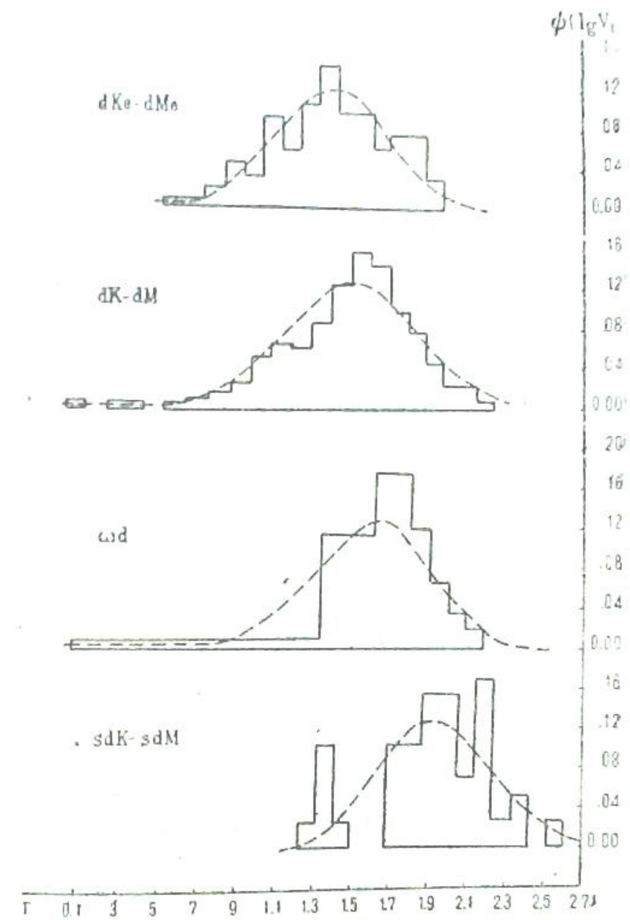

Рис. 2

Для перехода к большему объему аналогичные работы проведены для переменных звезд: долгопериодических цефеид из плоской подсистемы, звезд типа Миры Кита — из промежуточной и звезд типа *RR* Лиры—из сферической подсистем. Были использованы списки из работ П. П. Паренаго [5] и П. Г. Куликовского [6]. Результаты подтвердились (рис. 3 и табл. 1).

С этой же точки зрения были изучены *B*—звезды по карточному каталогу ГАИШ, содержащиеся в работе П. И. Бакулина [7]. И опять тот же результат (рис. 4 и табл. 1). Ни одного исключения! Правда, в ряде случаев имеет смысл ввести в функцию распределения скоростей члены асимметрии и, возможно, эксцесса, если они не связаны с селекцией, флуктуациями и др.

Таблица 1

Группа	$\overline{\lg v_t}$	σ	n
Карлики с эмиссией (dKe—dMe) и вспыхивающие	1.31±0.04	±0.33±0.03	79
Красные карлики без эмиссии . .	1.44±02	0.34±01	254
Белые карлики, ярче 13^m	1.54±03	0.33±02	106
Красные субкарлики	1.93±06	0.33±04	33
Долгопериодич. цефеиды	1.32±04	0.36±03	46
Типа Миры Кита	1.66±02	0.36±01	135
Типа *RR* Лиры	2.24±04	0.35±03	44
B—звезды, $r < 300$ пс	1.11±01	0.35±01	295
$r < 450$ пс	1.18±01	0.34±01	502
$r < 600$ пс	1.22±01	0.34±01	603

С распределением $\lg v_t$ сравнительно редко имеют дело. Поэтому для наглядности перейдем к более привычным величинам $\bar{v}_t$ и σ_{v_t}. Между ними и параметрами (1) существует связь:

$$\frac{\sigma_{v_t}}{v_t} = \sqrt{a(\sigma)\, e^{\frac{\sigma^2}{mod^2}} - 1}. \tag{2}$$

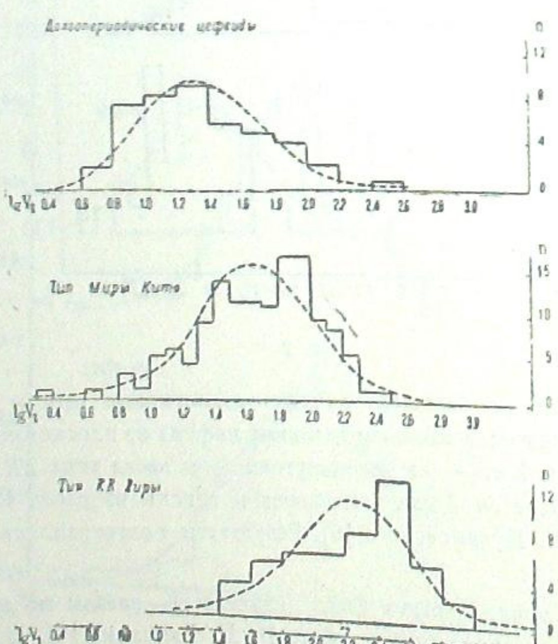

Рис. 3

Как видим, постоянство σ означает постоянство отношения $\sigma_{v_t}/\bar{v}_t$, которое в статистике называется коэффициентом вариации.

$$K = \frac{\sigma_{v_t}}{v_t} \text{ близко к } 0.8.$$

Все сказанное выше относится к наблюденным или гелиоцентрическим скоростям, но оно же имеет место и для пекулярных движений. Нами выведены соотношения для перехода от параметров наблюденных к

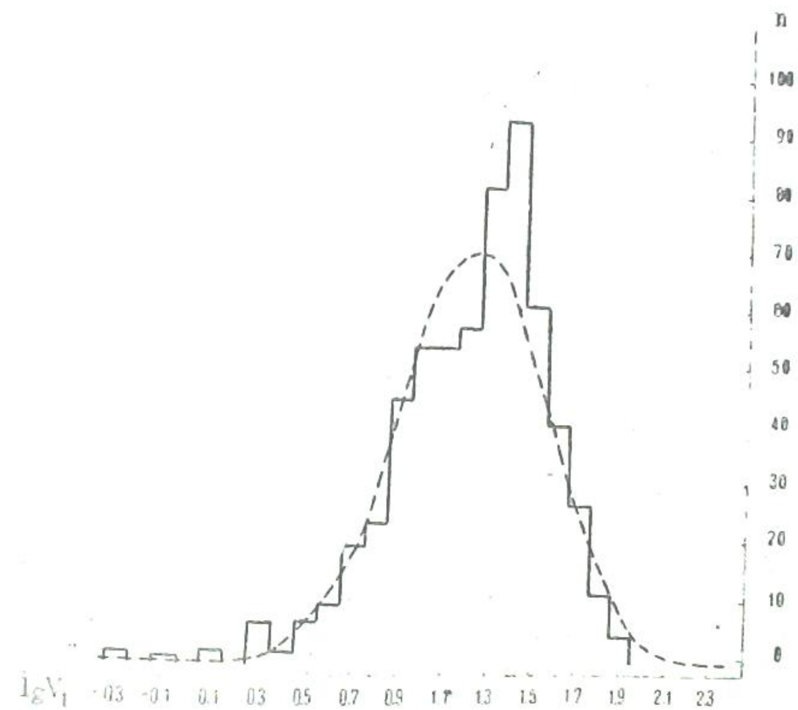

Рис. 4

параметрам распределений пекулярных скоростей. Как показал еще Сирс [8], если тангенциальные скорости имеют распределение (1), то и пространственные скорости имеют также логарифмически нормальное распределение.

3. Вывод о постоянстве σ имеет, по-видимому, ряд следствий. В настоящее время можно указать на одно интересное приложение.

Функция светимости $\varphi(M)$ может быть определена [4] из интегрального уравнения

$$A(m, \lg \mu) = \alpha\omega \int_{-\infty}^{\infty} D_0\, \varphi(M)\, \psi(\lg v_t)\, e^{3\alpha\rho}\, d\rho, \tag{3}$$

где D_0—плотность в окрестности Солнца; $\rho=\lg r$; $\alpha=2{,}30\ldots$ Функцию блеска и собственного движения $A(m, \lg\mu)$ для красных карликов до $m<15-16^m$ можно представить линейной экспоненциальной формулой. Принимая $\psi(\lg v_t)$ по (1), найдем абсолютную функцию светимости:

$$D_0\varphi(M)=Be^{\beta M}. \tag{4}$$

Но наблюдения дают $\psi(\lg v_t)$ лишь до 12—13 абсолютной величины, что обусловливает и предел определимости (4). Если же параметры $\overline{\lg v_t}$ и σ сохраняют свое значение и для больших абсолютных величин, то удастся проэкстраполировать и (4) до $15-16^M$. Постоянство $\overline{\lg v_t}$ для разных M у красных карликов мы показали прежде [4]. В этом случае функция светимости для $M>12$ проходит значительно выше, чем функции Ван-Райна и Лютена, т. е. выше, чем это сейчас принято.

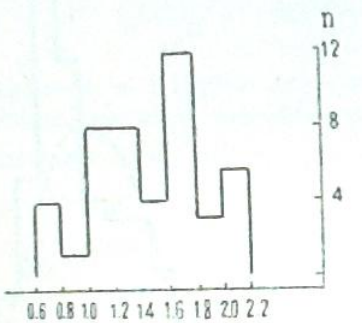

Рис. 5

4. Хочу обратить внимание звездных астрономов на функцию $\psi(\lg v)$. Это—очень удобная функция. После того, как показано постоянство σ, это—фактически функция с одним параметром $\overline{\lg v}=\lg\bar{v}$. Сравните с числом параметров в распределении Шварцшильда. Возможно, что лишь благодаря их многочисленности, распределение Шварцшильда неплохо описывает наблюдения. А ведь логарифмически нормальному распределению это удается сделать при одном параметре!

Если для ряда типов звезд функция Шварцшильда не в состоянии хорошо описать наблюдения и приходится брать сумму двух таких функций, то логарифмически нормальное распределение дает удовлетворительное согласие и при одной функции, возможно, что кое-где нужно ввести лишь асимметрию и эксцесс.

$\psi(\lg v)$ мы рассматриваем как удобную аппроксимацию, как формальную функцию. Однако не исключено, что она отражает истину и, возможно, ближе, чем эллипсоидальное распределение скоростей.

С динамической точки зрения функция (1)—следствие твердотельного вращения подсистемы звезд. Изучением этого вопроса мы надеемся заняться.

5. Наконец, приведем два попутных результата.

1) Для 46 долгопериодических цефеид Е. Д. Лудченко [9] пересмотрел собственные движения. Однако функция распределения тангенциальных скоростей (рис. 5), полученных из них, так не похожа на все то, что встречалось по другим звездам, да и по тем же звездам по списку П. П. Паренаго, что можно усомниться в том, улучшены ли μ. Не случилось ли обратное? Желательно предпринять проверку работы Е. Д. Лудченко. И если наше предположение подтвердится, то из этого будет следовать возможность использования функции распределения (1) как критерий надежности собственных движений репрезентативной группы звезд.

2) 603 B—звезды подразделены по расстоянию на группы. В каждой группе определялись $\bar{v}_t$ и σ_{v_t}. Оказалось, что они уверенно возрастают с расстоянием. Повидимому, в карточном каталоге B—звезд ГАИШ имеется систематическая ошибка в расстояниях.

Интересно, что σ оказалась нечувствительной к этому эффекту (табл. 1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Паренаго П. П., Курс звездной астрономии, изд. III, 1954.
2. Копылов И. М. и Кумайгородская Р. Н., Изв. Крымской астрофиз. обс., 1955, XV, 169.
3. Чандрасекар С., Принципы звездной динамики, 1948.
4. Шацова Р. Б., Астрон. ж., 1956, **33**, 866; 1960, **37**, 344; 1960, **37**, 870; Уч. Зап. Гос. пед. инст. 1960, вып. 5 (42), 139.
5. Паренаго П. П., Перем. зв. 1947, **6**, 102.
6. Куликовский П. Г., Перем. зв. 1948, **6**, 5.
7. Бакулин П. Г., Труды ГАИШ, 1955, **26**, 167.
8. Seares F. H., Aph. J. 1924, **59**, 274.
9. Лудченко Е. Д., Астр. цирк. АН СССР 1959, № 203.

Вопросы.

Т. А. Агекян. Каковы средние ошибки $\overline{\lg v_t}$ и σ?

Почему постоянство σ позволяет экстраполировать функцию светимости?

Р. Б. Шацова. Средние ошибки заключены в пределах от $\pm 0{,}01$ до $\pm 0{,}04$

В согласии с формулой (3), функцию светимости $\varphi(M)$ можно получить в тех же пределах, в каких известны две других функции: $A(m, \lg\mu)$ и $\psi(\lg v_t)$, а точнее—вторая из них, так как она известна в более узких пределах. Постоянство σ и $\overline{\lg v_t}$ для слабых карликов расширяет область применимости $\psi(\lg v_t)$, а вместе с ней экстраполирует $\varphi(M)$ на область абсолютно слабых звезд.

Эмин-Заде. σ постоянна и для далёких точек?

Р. Б. Шацова. Наблюдений для расстояний значительно больших 600 пс я не имела. Но можно привести некоторые соображения в пользу постоянства σ и для больших расстояний, например, для системы шаровых скоплений. А. Н. Высоцкий обратил внимание на корреляцию между групповой скоростью и дисперсией скоростей и других далёких объектов.

К. Ф. Огородников. Какие свойства выражает коэффициент K?

Р. Б. Шацова. Это коэффициент вариации, рассматриваемый в статистике.

Г. Г. Кузмин. Сколько короткопериодических цефеид использовано в Вашем исследовании?

Учитывалось ли увеличение ошибок с расстоянием?

Р. Б. Шацова. В исследовании использовано 36 и 46 цефеид из списка Лудченко.

Увеличение ошибок с расстоянием имеется, но учёт этого существенно не изменит результата.

ДОКЛАД А. С. ШАРОВА (МОСКВА)
О СРАВНЕНИИ С НАБЛЮДЕНИЯМИ НЕСКОЛЬКИХ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ ВРАЩЕНИЯ ГАЛАКТИКИ

(Тезисы)

Большое значение для звездной динамики имеет проверка степени соответствия наблюдательных данных теоретическим формулам, следующим из динамических теорий Галактики. К таким динамическим теориям можно отнести теорию стационарной Галактики, дающую формулу круговой скорости, теорию потенциала, развитую Г. Г. Кузминым, формулу силы, предложенную Боттлингером. Проверка может быть осуществлена для плоских подсистем — межзвездного водорода и долгопериодических цефеид, движение которых исследовано в широких интервалах расстояния от центра Галактики.

Практически задача заключается в том, чтоб, используя обычные методы подбора эмпирических формул, пытаться установить, сколь хорошо удовлетворяет наблюдательный материал теоретическим формулам галактического вращения, которые могут быть получены из выражения для силы и потенциала.

Проведенный анализ дает возможность сделать следующие выводы:

1. С точки зрения согласия теории с наблюдениями ни одна из рассмотренных формул круговой скорости не имеет каких-либо особых преимуществ перед другими. Все они в достаточной мере удовлетворительно согласуются с наблюдениями. Более того, ряд произвольно подобранных формул, дающих нулевую скорость в центре и максимальную на некотором расстоянии от центра Галактики, также

вполне удовлетворяются имеющимися в настоящее время наблюдениями.

2. Формула круговой скорости, следующая из теории стационарной Галактики и широко используемая в различных теоретических моделях Галактики, не представляет какого-либо исключения в отношении согласия с наблюдениями. Тем самым значение этой формулы для изучения звездной кинематики и теоретических исследований оказывается не большим, чем ряда других формул круговой скорости, полученных в иных предположениях.

Вопросы.

Т. А. Агекян. Использовались ли данные о вращении других галактик?

А. С. Шаров. Нет. Данные для нашей Галактики достаточно точны, особенно,—полученные по водороду. Для других галактик точность низка.

ДОКЛАД Я. Э. ЭЙНАСТО (ТАРТУ)
О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЛОГАРИФМОВ ТАНГЕНЦИАЛЬНЫХ СКОРОСТЕЙ ЗВЕЗД

Введение. При решении некоторых вопросов звездной кинематики представляется целесообразным использовать не обычные скорости, а их логарифмы. К таким относятся вопросы, связанные с решением интегрального уравнения звездной статистики, так как использование логарифмических переменных упрощает его решение [1]. Иногда предпочтение логарифмов скоростей, в частности логарифмов тангенциальных скоростей, связано с тем, что функция их распределения не имеет такого длинного хвоста в области больших скоростей, как функция распределения обычных скоростей.

Функция распределения логарифмов скоростей звезд обладает рядом интересных свойств. Так, Адамсом, Стрембергом и Джоем уже в 1921 г. [2], а в 1960 г. Р. Б. Шацовой [3] было отмечено, что среднее значение логарифмов тангенциальных скоростей тесно связано с дисперсией обычных скоростей. Дисперсия же логарифмов скоростей не зависит от дисперсии обычных скоростей. Аналогично ведут себя логарифмы полных пространственных скоростей [2]. Далее было найдено, что распределение логарифмов тангенциальных и пространственных скоростей приблизительно нормально [2]—[7].

Попытка теоретического объяснения обнаруженных закономерностей была сделана Р. Б. Шацовой [3]. Она показала, что постоянство диспер-