

## ВВЕДЕНИЕ

В 2018 году консорциумом Gaia (Brown et al. 2016) был опубликован второй выпуск научных данных, Gaia DR2 (Lindegren et al. 2018). Этот каталог получен после двух лет орбитальных наблюдений. В этом эксперименте определены значения тригонометрических параллаксов и собственных движений для более чем 1 млрд звезд. Средние ошибки параллаксов ярких ( $G < 15$  зв. вел.) звезд лежат в интервале 0.02-0.04 миллисекунд дуги (мсд).

В настоящем исследовании мы рассмотрели выборку ОВ-звезд, составленную в работе Xu et al. (2018) по данным каталога Gaia DR2. Эта выборка содержит около 6000 ОВ-звезд. Среди них около 2000 ОВ-звезд имеют оценки лучевых скоростей. На рис.1 дана гистограмма распределения относительных ошибок параллаксов этих звезд, а на рис.2 показано положение на галактической плоскости XY ОВ-звезд с ошибками параллаксов менее 30%. Из этого рисунка видно, что практически все рассматриваемые ОВ-звезды расположены в области радиусом около 4 кпк от Солнца.

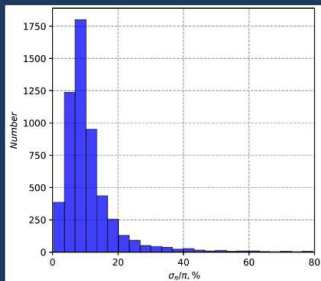


Рис. 1. Гистограмма распределения относительных ошибок тригонометрических параллаксов ОВ-звезд.

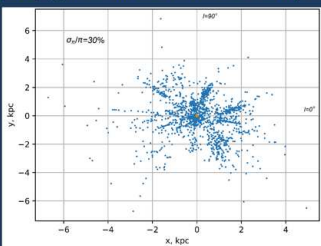


Рис. 2. Распределение ОВ-звезд на галактическую плоскости XY, Солнце находится в начале системы координат, оно также отмечено оранжевой точкой.

## РЕЗУЛЬТАТЫ КИНЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Вначале отметим, что ко всем параллаксам нами была прибавлена поправка 0.050 мсд. Впервые о необходимости введения такой поправки было высказано в работе Lindegren et al. (2018), где речь шла о величине поправки 0.029 мсд, но результаты ряда более поздних исследований позволяют говорить о значении около 0.050 мсд.

В результате решения (методом наименьших квадратов) основных кинематических уравнений находим параметры кривой галактического вращения. К ним относятся значение угловой скорости вращения Галактики и две ее производные.

Решались системы условных уравнений несольких видов. Во-первых, это уравнения, содержащие в левых частях только собственные движения звезд. Во-вторых, это уравнения, содержащие как собственные движения, так и лучевые скорости. Мы нашли хорошее согласие между параметрами, полученными в результате как отдельных, так и совместных решений. Результаты отражены на рис.3 и 4. Согласно различным реализованным подходам, линейная скорость вращения Галактики на околосолнечном расстоянии  $V_0$  лежит в интервале 225-235 км/с, а ошибки определения этой величины лежат в интервале 5-8 км/с. При этом мы брали фиксированное значение  $R_0 = 8 \pm (0.15-0.30)$  кпк.

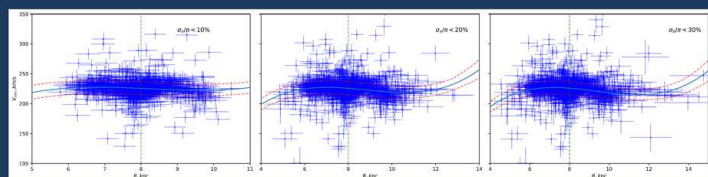


Рис. 3. Кривые вращения Галактики, построенные по трем выборкам ОВ-звезд с различным уровнем относительных ошибок тригонометрических параллаксов.

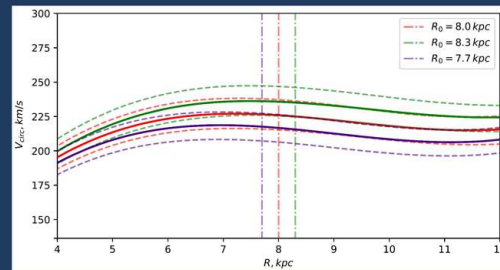


Рис. 4. Кривая вращения Галактики, построенная для трех значений галактоцентрического расстояния  $R$ , пунктиром отмечены границы доверительных областей, которые соответствуют ошибке 1сигма, вертикальные штрих-пунктирные линии отмечают положение Солнца.

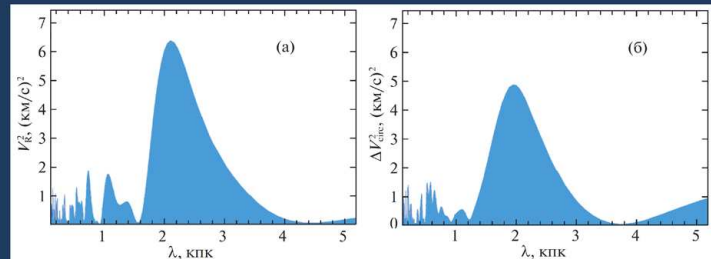


Рис. 5. Спектры мощности радиальных скоростей выборки ОВ-звезд из каталога Gaia DR2 (а), их остаточных круговых скоростей вращения (б).

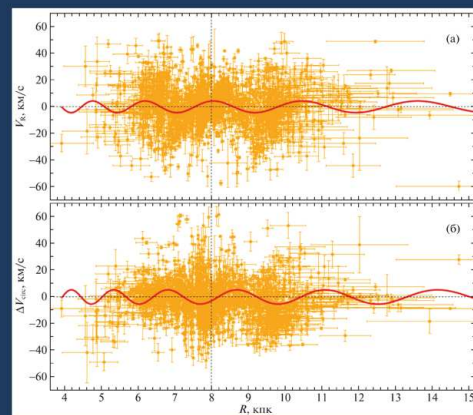


Рис. 6. Радиальные (а) и остаточные тангенциальные скорости ОВ-звезд (б) в зависимости от расстояния  $R$ . Вертикальным пунктиром отмечено положение Солнца. Красным цветом даны аппроксимационные кривые, найденные на основе спектрального анализа (рис.5). Эти кривые отражают влияние галактической спиральной волны плотности на скорости ОВ-звезд.

Отдельно мы рассмотрели (Бобылев, Байкова, 2019) около 2000 ОВ-звезд с лучевыми скоростями, собственными движениями и параллаксами. По таким звездам вычисляем пространственные скорости, например,  $U, V, W$  или радиальные  $V_R$  и тангенциальные  $V_t$  (или  $V_{circ}$ ). При таком подходе можно проследить влияние спиральной волны плотности.

Влияние галактической спиральной волны плотности хорошо видно как в радиальных, так и в тангенциальных скоростях ОВ-звезд (рис.5 и рис.6). По скоростям ОВ-звезд для модели четырехруканного спирального узора мы нашли, что амплитуды скоростей возмущения составляют  $f_t = 4.4 \pm 1.4$  км/с в тангенциальных и  $f_R = 5.1 \pm 1.2$  км/с в радиальных скоростях. Длина волны возмущений составляет  $1.9 \pm 0.5$  кпк и  $2.1 \pm 0.5$  кпк по тангенциальным и радиальным скоростям соответственно. Фаза Солнца в спиральной волне найдена равной  $-178 \pm 12$  градусов.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН No 12, подпрограмма "Космос: исследования фундаментальных процессов и их взаимосвязей".

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Brown A.G.A., et al., Astron. Astrophys. 595, 2 (2016)
- Lindegren L., et al., Astron. Astrophys. 616, 2 (2018)
- Бобылев В.В., Байкова А.Т., Письма в АЖ 45, 379 (2019)
- Xu Y., et al., Astron. Astrophys. 616, L15 (2018)