



УДК 524.7-8
ББК 22.193

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОЛСТОГО ДИСКА ГАЛАКТИКИ ПО ДАННЫМ КАТАЛОГА BREDDLES ET AL.¹

Буданова Наталья Олеговна

Младший научный сотрудник НИИ физики Южного федерального университета
Budanova-nata@mail.ru
просп. Стачки, 194, 344090 г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Корчагин Владимир Иванович

Доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник НИИ физики Южного федерального университета
vkorchagin@sfnu.ru
просп. Стачки, 194, 344090 г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Каталоги радиальных скоростей звезд, такие как RAVE, являются источником уникальных данных, позволяющим определять динамику Галактики в прошлом и в настоящее время. Основываясь на данных каталога Breddles et al. [4], содержащего наряду с расстояниями трехмерные скорости 16 146 звезд в окрестности, мы произвели выборку из 451 звезды, кинематически принадлежащих толстому диску Галактики, и провели анализ его кинематических характеристик. Определенное нами значение скорости вращения толстого диска галактики вблизи галактической плоскости ~ 200 км/с хорошо согласуется с определениями других авторов [7; 21]. Значения дисперсии скоростей толстого диска Галактики, определенные нами ($\sigma_R = 93,4 \pm 15,2$ км/с; $\sigma_\Theta = 68,1 \pm 5,9$ км/с; $\sigma_Z = 54,8 \pm 1,8$ км/с), превышают значения, полученные в [2; 6; 7], что может свидетельствовать о наличии скрытой массы в толстом диске Галактики.

Ключевые слова: толстый диск, кинематика, скорость вращения, дисперсия скоростей.

Введение

О существовании толстого диска в нашей Галактике известно более 30 лет (Yoshii, Gilmore & Reid) [11; 26]. Позднее существование такой структуры было подтверждено и в других галактиках (van der Kruit & Searle, Yoachim & Dalkanton) [13; 24]. Обсуждаемые механизмы формирования толстых дисков в галактиках можно подразделить на следующие сценарии: аккреция и разрушение внешних спутников, интенсивное звездообразование в галактических

тонких дисках на ранних стадиях их эволюции, и радиальная миграция звезд из центральных областей галактик в результате резонансного взаимодействия с гравитационным полем центрального бара. В наиболее часто обсуждаемой аккреционной модели, впервые предложенной в работе Abadi et al. [1], разрушение аккрецированных спутников приводит к формированию толстого диска, состоящего в основном из вещества галактики-спутника. Численный пример такого рода аккреционного формирования толстого диска был приведен, например, в работе Tsuchiya et al. [20].

Формирование толстых дисков галактик в результате аккреции и разрушения галактик-спутников не является единственно возможным механизмом. Толстые диски галактик могли сформироваться на ранней стадии их эволюции в результате бурной фазы звездообразования в галактике (Elmegreen & Elmegreen) [10], или быть результатом масштабной аккреции газа (Brook et al.) [5]. Звезды могут мигрировать из центральных областей галактик в результате резонансного взаимодействия с гравитационным полем спирального узора (Sellwood & Binney) [18], или центрального бара (Minchev & Famaey) [15]. Более высокие значения дисперсии скоростей диска в его центральных областях приводили бы к образованию подсистемы звезд с большим масштабом в направлении, перпендикулярном плоскости диска в областях с пониженной поверхностной плотностью (Schonrich и Binney, Loebman et al.) [14; 17]. Следует заметить, однако, что при таком механизме формирования толстого диска в галактиках следует ожидать экспоненциального роста вертикального масштаба толстых галактических дисков, что, по-видимому, не наблюдается (Yoachim & Dalkanton) [23].

Различные механизмы формирования толстого диска в галактиках накладывают отпечаток на его наблюдаемые характеристики. Достоверное определение параметров толстого диска в нашей Галактике позволило бы сделать выбор в пользу того или иного механизма его формирования, что в конечном итоге могло бы пролить свет на историю формирования нашей Галактики. Отсюда очевидна актуальность задачи исследования пространственно-кинематических свойств толстого диска Галактики. Недавно появившиеся наблюдательные базы данных, такие как Sloan Digital Sky Survey (York et al.) [25] и Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration (Yanny et al.) [22], позволили пересмотреть 3D кинематическую структуру Млечного Пути. Основываясь на этих данных, Smith et al. [19], Carollo et al. [6] и Bond et al. [3] исследовали кинематические свойства гало, тонкого и толстого дисков, используя собственные движения из каталога USNO-B (Monet et al.) [16].

Большинство исследований кинематических характеристик толстого диска Галактики основывается на критерии, когда отбираются звезды, находящиеся на расстоянии 1–2 килопарсека от галактической плоскости, где предположительно должны в основном находиться звезды толстого диска (Kordopatis et al.) [12]. Возможен другой подход в исследовании кинематических свойств толстого диска Галактики. Звезды толстого диска присутствуют и вблизи галактической плоскости. В то же время кинематические характеристики звезд тонкого диска Галактики хорошо изучены. Отбирая звезды, обладающие более высокими скоростями в направлении, перпендикулярном плоскости галактического диска, мы получим выборку звезд толстого диска Галактики. К плюсам такого подхода следует, прежде всего, отнести то, что кинематика близлежащих звезд определена, как правило, более точно по сравнению с кинематическими характеристиками удаленных звезд. Кроме того, пространственная плотность звезд экспоненциально спадает в направлении, перпендикулярном плоскости диска. Отбирая звезды толстого диска Галактики, находящиеся в окрестности Солнца, мы получаем, таким образом, более богатую выборку звезд с более точным определением скоростей.

Кинематические характеристики толстого диска Галактики

Breddles et al. [4], используя лучевые скорости из каталога RAVE DR2, определили трехмерные скорости для 16 146 звезд. Наряду с компонентами скоростей звезд в каталоге Breddles et al. приводятся также и галактические координаты, что позволяет проводить анализ кинематических подсистем Галактики, и в частности, ее толстого диска. На рисунке 1 представлено распределение звезд в 3D пространстве из каталога Breddles et al.

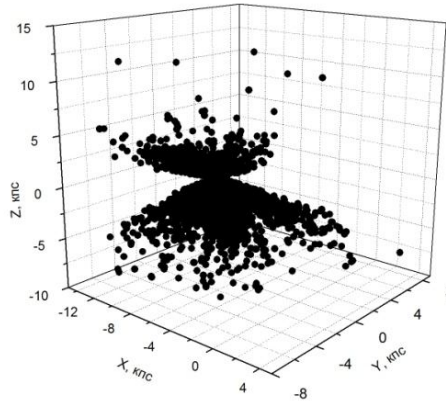


Рис. 1. Распределение 16 146 звезд в пространстве из каталога Breddles et al. Центр Галактики помещен в координатах (0,0). Солнце располагается в координатах (-8,0)

Единого критерия, позволяющего достоверно провести идентификацию каждой звезды по принадлежности ее к той или иной подсистеме Галактики, не существует. Более того, между подсистемами не существует резких границ, и звезды с одинаковыми характеристиками могут принадлежать к разным подсистемам. С некоторой степенью надежности можно определять лишь величины усредненных значений подсистем Галактики, таких как их возраст, макроскопическое поле скоростей, металличность и относительные содержания химических элементов. Любая из перечисленных выше величин может выступать в качестве критерия принадлежности звезд к той или иной подсистеме. Например, для отделения звезд сферической подсистемы Галактики часто используют металличность звезд, которая является грубым индикатором возраста. Выбирая один из параметров, мы получаем возможность исследовать распределение объектов подсистемы по другим величинам. Для более надежного выделения объектов подсистемы целесообразнее пользоваться комплексными критериями, включающими в себя несколько параметров.

В настоящей работе в качестве критерия принадлежности звезд к толстому диску Галактики нами был выбран кинематический критерий. Тензор дисперсии скоростей звезд тонкого диска Галактики определялся рядом исследователей, и является хорошо определенной величиной. Как известно, дисперсия скоростей звезд в тонком диске Галактики зависит от типа звездных населений, и изменяется в направлении, перпендикулярном диску, от 5,45 км/с для молодых звезд диска с $-0,238 < (B - V) < 0,139$ до 20,47 км/с для старых звезд диска с $0,610 < (B - V) < 1,543$ (Dehnen & Binney) [8]. Усредненная дисперсия скоростей звезд тонкого диска в перпендикулярном направлении около 18 км/с (Edvardsson et al.) [9]. Мы выделяем звезды толстого диска критерием $40 \leq V_z \leq 80$ км/с, где V_z – скорость, перпендикулярная плоскости диска Галактики, при $|Z| < 350$ пс. При таком выборе подавляющее число звезд в выборке принадлежит звездам толстого диска Галактики. Действительно, отношение концентраций звезд толстого и тонкого дисков Галактики в околосолнечной окрестности определяется соотношением:

$$\eta = \eta_0 \frac{\int_{V_1}^{V_2} e^{-\frac{V^2}{\sigma_{Z\,thin}^2}} dV}{\int_{V_1}^{V_2} e^{-\frac{V^2}{\sigma_{Z\,thick}^2}} dV}. \quad (1)$$

Если принять отношение концентраций звезд толстого и тонкого дисков Галактики вблизи плоскости симметрии равным 0,1, то в указанном выше интервале скоростей $40 \leq V_z \leq 80$ км/с отношение концентраций звезд тонкого и толстого дисков Галактики окажется менее 0,024. Такая выборка будет состоять в основном из звезд толстого диска Галактики, и является хорошей базой для исследования его кинематических свойств.

С использованием указанного выше кинематического критерия, из каталога Breddles нами были отобраны звезды, принадлежащие толстому диску Галактики. Для получения более достоверных результатов в выборке были оставлены звезды, у которых ошибка в определении скорости V_z менее 50 % при $|Z| < 350$ пс. Итоговый каталог составил 451 звезду. На рисунке 2 представлено распределение выборки звезд толстого диска Галактики в 3D пространстве. Следует еще раз подчеркнуть, что большинство исследований кинематических свойств толстого диска Галактики основывается на выборках звезд по пространственному критерию, в то время как наше исследование основывается на кинематическом критерии.

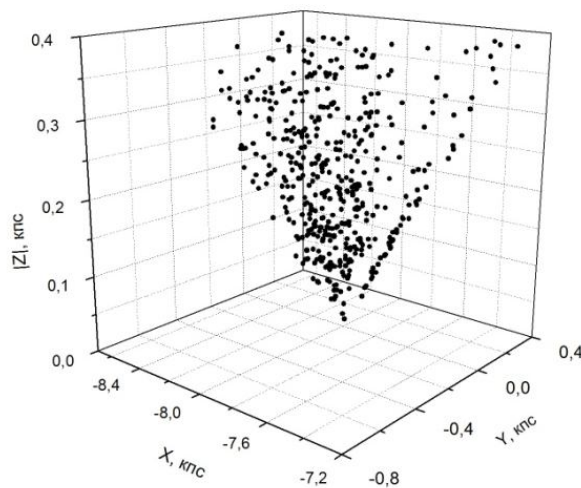


Рис. 2. Распределение выборки звезд толстого диска Галактики в околосолнечной окрестности, отобранных по критерию $|z| < 350$ пс, $40 \text{ км/с} < V_z < 80 \text{ км/с}$

Для отобранных звезд были определены расстояния R от центра Галактики в цилиндрической системе координат. Разделив звезды на три группы, мы определили скорость вращения толстого диска V_Θ на разных расстояниях от центра Галактики, ошибку в определении скорости вращения, и компоненты дисперсии скоростей толстого диска. На рисунке 3 представлены значения скорости вращения толстого диска Галактики в окрестности Солнца для трех значений радиуса. Как видно из рисунка 3, вблизи плоскости симметрии галактического диска толстый диск Галактики вращается со скоростью около 200 км/с, что согласуется с результатами Casetti-Dinescu [7].

Для всей выборки звезд были построены распределения звезд толстого диска по скоростям V_R, V_Θ, V_z . Как видно из рисунка 4, распределения удовлетворительно описываются Гауссовой кривой со значениями дисперсии скоростей $(\sigma_R, \sigma_\Theta, \sigma_z) = (93,4; 68,1; 54,8)$ км/с.

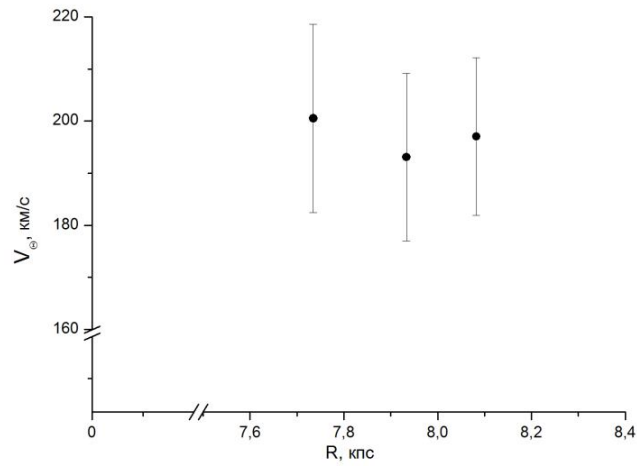


Рис. 3. Зависимость скорости вращения толстого диска Галактики в окрестности Солнца для трех значений радиуса $R = 7,7; 7,9$ и $8,1$ кпс с ошибками в определении вращательной скорости

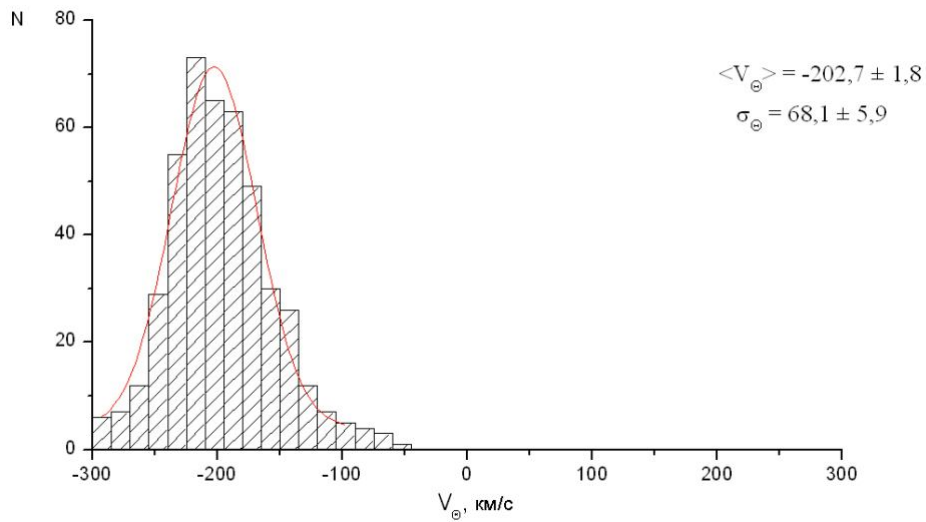
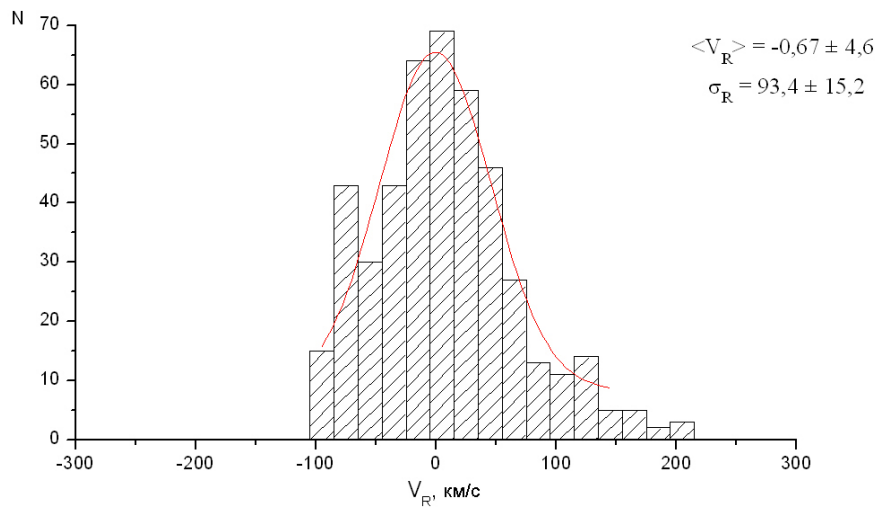


Рис. 4. Распределения звезд толстого диска по скоростям V_R, V_Θ, V_Z . Отсутствие звезд с малыми скоростями в распределении по компоненте скорости V_Z определяется критерием отбора звезд, принадлежащих толстому диску Галактики (см. также с. 23)

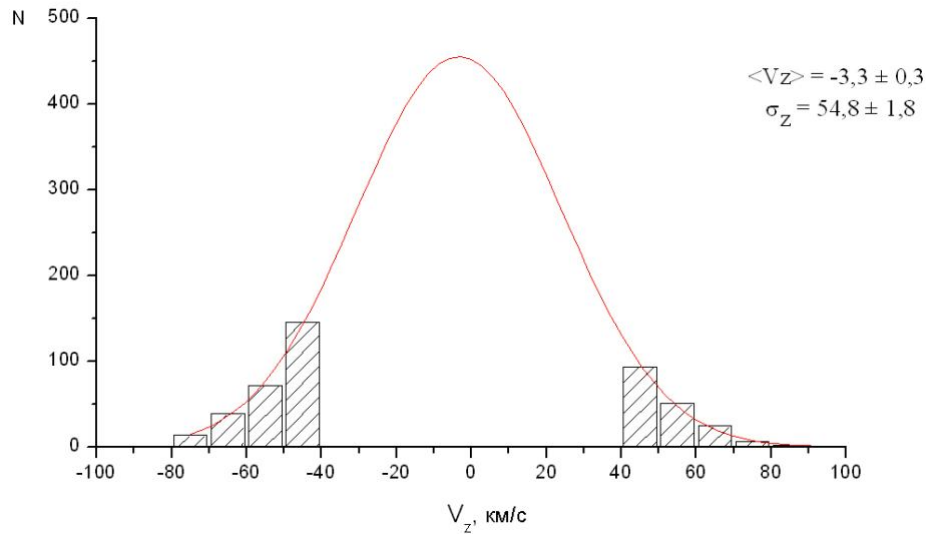


Рис. 4. Окончание

В таблице приведены дисперсии скоростей толстого диска Галактики в определениях других авторов [2; 6; 7]. Из таблицы видно, что полученные значения дисперсии скоростей выше по сравнению со значениями дисперсии скоростей, полученных рядом авторов [2; 6; 7], однако согласуются со значениями дисперсии скоростей, полученными в работе Kordopatis et al. Скорость вращения толстого диска Галактики вблизи ее плоскости симметрии согласуется со значением, полученным в работе Casetti-Dinescu et al. [7].

Дисперсии скоростей толстого диска Галактики в различных определениях

Авторы	σ_R , км/с	σ_θ , км/с	σ_z , км/с
C. Soubiran et al.	63 ± 6	39 ± 4	39 ± 4
Casetti-Dinescu et al.	$70,4 \pm 4,1$	$48 \pm 8,3$	$36,2 \pm 4$
D. Carollo et al.	53 ± 2	51 ± 1	35 ± 1
Kordopatis et al.	87 ± 5	60 ± 1	55 ± 2
Наше исследование	$93,4 \pm 15,2$	$68,1 \pm 5,9$	$54,8 \pm 1,8$

Для всех трех групп звезд были построены распределения звезд толстого диска Галактики по скоростям V_θ , V_z и описаны Гауссовой кривой на рисунках 5 и 6. Для первой группы звезд скорость вращения $V_\theta = -207,3 \pm 2$ км/с, $\sigma_\theta = 67,9 \pm 5,3$ км/с; для второй группы звезд $V_\theta = -197 \pm 1,9$ км/с, $\sigma_\theta = 80,2 \pm 5,4$ км/с; для третьей группы звезд $V_\theta = -204,5 \pm 1,9$ км/с, $\sigma_\theta = 55,6 \pm 4,6$ км/с.

Для первой группы звезд скорость, перпендикулярная плоскости Галактики $V_z = -4 \pm 0,9$ км/с, $\sigma_z = 69,4 \pm 8,1$ км/с; для второй группы звезд $V_z = -2,3 \pm 0,5$ км/с, $\sigma_z = 49,6 \pm 2,9$ км/с; для третьей группы звезд $V_z = -3,6 \pm 0,8$ км/с, $\sigma_z = 49,3 \pm 3,9$ км/с.

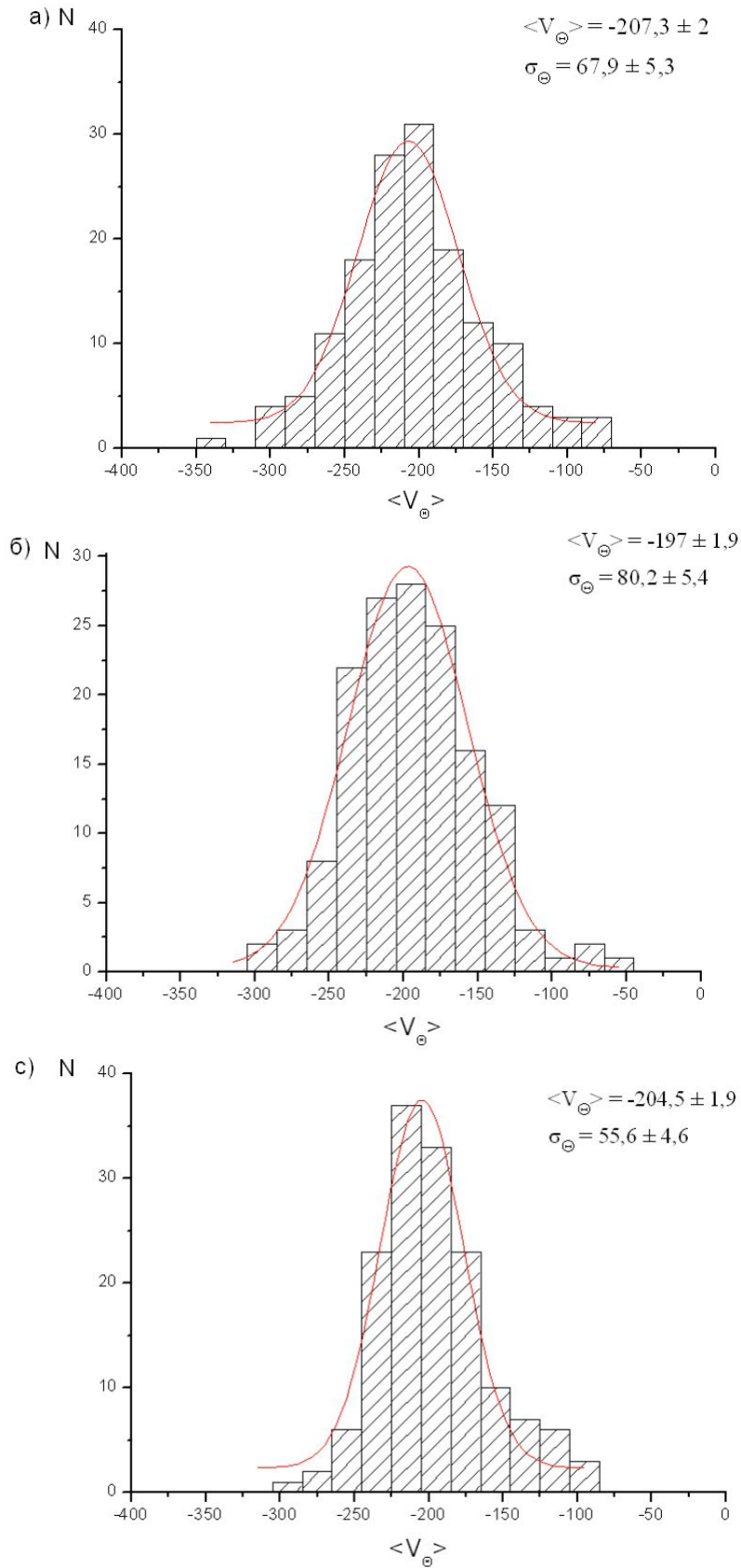


Рис. 5. Распределения звезд толстого диска Галактики по компоненте азимутальной скорости V_Θ для трех значений галактоцентрического радиуса:

а) $R = 7,7$ кпс; б) $R = 7,9$ кпс; в) $R = 8,1$ кпс

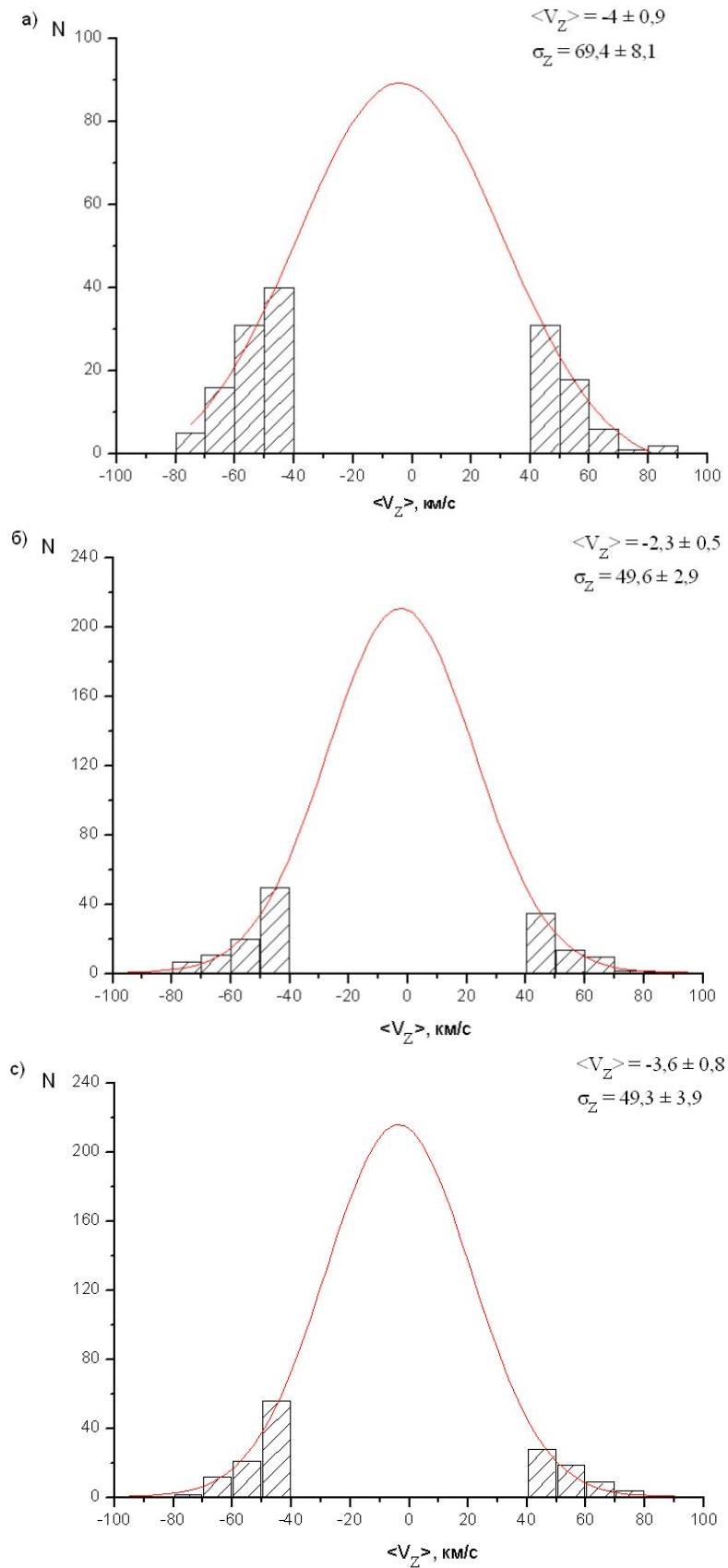


Рис. 6. Распределения звезд толстого диска Галактики по компоненте скорости V_z для трех значений галактоцентрического радиуса:

а) $R = 7,7$ кпс; б) $R = 7,9$ кпс; в) $R = 8,1$ кпс

Заключение

Проведенный анализ кинематических характеристик толстого диска Галактики, основанный на выборке звезд в окосолнечной окрестности из каталога Breddles et al., принадлежащих толстому диску, позволил сделать следующие выводы. Найденное нами значение скорости вращения толстого диска Галактики (~ 200 км/с) вблизи галактической плоскости согласуется с определениями других авторов [7; 21]. Значения дисперсии скоростей толстого диска Галактики $\sigma_R = 93,4 \pm 15,2$ км/с, $\sigma_\Theta = 68,1 \pm 5,9$ км/с, $\sigma_z = 54,8 \pm 1,8$ км/с превышают значения, полученные рядом авторов [2; 6; 7], однако согласуются со значениями дисперсии скоростей, полученными Kordopatis et al. для звезд толстого диска Галактики, локализованных вне плоскости симметрии Галактики в интервале $1 \text{ кпс} < z < 2 \text{ кпс}$. В будущем нами планируется уточнить полученные результаты на недавно опубликованном каталоге RAVE DR4 [27], включающем кинематические характеристики 482 000 звезд.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Данная работа выполнена в рамках проектной части госзадания № 3.961.2014/К Министерства образования и науки Российской Федерации и гранта ЮФУ № 213.01-2014/013-ВГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abadi, M. G. Simulations of Galaxy Formation in a Lambda Cold Dark Matter Universe. I. Dynamical and Photometric Properties of a Simulated Disk Galaxy / M. G. Abadi, J. F. Navarro, M. Steinmetz, V. R. Eke // *ApJ*. – 2003. – V. 591. – P. 499.
2. Bienaymé, O. S. Vertical Distribution of Galactic Disk Stars. I. Kinematics and Metallicity / O. Soubiran, Bienaymé, A. Siebert // *A&A*. – 2003. – V. 398. – P. 141.
3. Bond, N. A. The Milky Way Tomography with SDSS. III. Stellar Kinematics / N. A. Bond // *ApJ*. – 2010. – V. 716. – P. 1.
4. Breddels, M. A. Distance Determination for RAVE Stars Using Stellar Models / M. A. Breddels, M. C. Smith, A. Helm [et al.] // *A&A*. – 2010. – V. 511. – P. 90.
5. Brook, C. B. The Emergence of the Thick Disk in a Cold Dark Matter Universe / C. B. Brook, D. Kawata, B. Gibson // *ApJ*. – 2004. – V. 612. – P. 894.
6. Carollo, D. Structure and Kinematics of the Stellar Halos and Thick Disks of the Milky Way Based on Calibration Stars from SDSS DR7 / D. Carollo, T. C. Bees, M. Chiba, J. E. Norris, K. C. Freeman // *ApJ*. – 2010. – V. 712. – P. 692.
7. Casetti-Dinescu, D. I. The Three-dimensional Velocity Structure of the Thick Disk from SPM4 and RAVE / D. I. Casetti-Dinescu, T. M. Girard, V. I. Korchagin [et al.] // *ApJ*. – 2011. – V. 728. – P. 7.
8. Dehnen, W. Local Stellar Kinematics from HIPPARCOS data / W. Dehnen, J. Binney // *MNRAS*. – 1998. – V. 298. – P. 387D.
9. Edvardsson, B. The Chemical Evolution of the Galactic Disk – Part One – Analysis and Results / B. Edvardsson, J. Andersen, B. Gustafsson [et al.] // *A&A*. – 1993. – V. 275. – P. 101E.
10. Elmegreen, B. G. Observations of Thick Disks in the Hubble Space Telescope Ultra Deep / B. G. Elmegreen, D. M. Elmegreen // *ApJ*. – 2006. – V. 650. – P. 644E.
11. Gilmore, G. New light on faint stars. III – Galactic Structure Towards the South Pole and the Galactic Thick Disc / G. Gilmore, N. Reid [et al.] // *MNRAS*. – 1983. – V. 202. – P. 1025.
12. Kordopatis, G. G. The Radial Velocity Experiment (RAVE): Fourth Data Release / G. G. Kordopatis, M. Steinmetz, C. Boeche [et al.] // *AJ*. – 2003. – V. 146. – P. 134K.
13. Kruit, P. C. van der. Surface Photometry of Edge-On Spiral Galaxies. I – A model for the Three-Dimensional Distribution of Light in Galactic Disks / van der P. C. Kruit, L. Searle // *A&A*. – 1981. – V. 95. – P. 105.
14. Loebman. The Genesis of the Milky Way's Thick Disk Via Stellar Migration // *ApJ*. – 2011. – V. 737. – P. 8.

15. Minchev, I. A New Mechanism for Radial Migration in Galactic Disks: Spiral-Bar Resonance Overlap / I. Minchev, B. Famaey // *ApJ*. – 2010. – V. 722. – P. 112.
16. Monet, D. G. The USNO-B Catalog / D. G. Monet // *AJ*. – 2003. – V. 125. – P. 984.
17. Schonrich, R. Origin and Structure of the Galactic disc(s) / R. Schonrich, J. Binney // *MNRAS*. – 2009. – V. 399. – P. 1145.
18. Sellwood, J. A. Radial Mixing in Galactic Disks / J. A. Sellwood, J. Binney // *MNRAS*. – 2002. – V. 336. – P. 785.
19. Smith, M. C. Kinematics of SDSS Subdwarfs: Structure and Substructure of the Milky Way halo / M. C. Smith, N. W. Evans, V. Belokurov [et al.] // *MNRAS*. – 2009. – V. 339. – P. 1223.
20. Tsuchiya, T. A. Capture Scenario for Globular Cluster Omega Centauri / T. A. Tsuchiya, D. I. Dinescu, V. I. Korchagin // *DDA*. – 2003. – V. 34. – P. 0402T.
21. Wilson, M. L. Testing Formation Mechanisms of the Milky Way's Thick disc with RAVE / M. L. Wilson, A. Helmi, L. Heather [et al.] // *MNRAS*. – 2011. – V. 413. – P. 2235.
22. Yanny, B. A. Spectroscopic Survey of 240,000 Stars with $g = 14-20$ / B. A. Yanny // *AJ*. – 2009. – V. 137. – P. 4377.
23. Yoachim, P. Structural Parameters of Thin and Thick Disks in Edge-on Disk Galaxies / P. Yoachim, J. Dalcanton // *AJ*. – 2006. – V. 131. – P. 226Y.
24. Yoachim, P. The Dynamics of Thick Disks: Constraining the Early Evolution of Galaxies / P. Yoachim, J. Dalcanton. – Noao. prop, 2005. – 189 p.
25. York, D. G. The Sloan Digital Sky Survey: Technical Summary / D. G. York // *AJ*. – 2000. – V. 120. – P. 1579.
26. Yoshii. Density Distribution of Faint Stars in the Direction of the North Galactic Pole // *PASJ*. – 1982. – V. 34. – P. 365.
27. RAVE DR4. – Electronic text data. – Mode of access: <http://www.rave-survey.aip.de/rave/pages/database/index.jsp>. – Title from screen.

REFERENCES

1. Abadi M. G., Navarro J. F., Steinmetz M., Eke V. R. Simulations of Galaxy Formation in a Lambda Cold Dark Matter Universe. I. Dynamical and Photometric Properties of a Simulated Disk Galaxy. *ApJ*, 2003, vol. 591, p. 499.
2. Bienaymé O.S., Siebert A. Vertical Distribution of Galactic Disk Stars. I. Kinematics and Metallicity. *A&A*, 2003, vol. 398, pp. 141.
3. Bond N.A. The Milky Way Tomography with SDSS. III. Stellar Kinematics. *ApJ*, 2010, vol. 716, p. 1.
4. Breddels M.A., Smith M.C., Helm A., et al. Distance Determination for RAVE Stars Using Stellar Models. *A&A*, 2010, vol. 511, p. 90.
5. Brook C.B., Kawata D., Gibson B. The Emergence of the Thick Disk in a Cold Dark Matter Universe. *ApJ*, 2004, vol. 612, p. 894.
6. Carollo D., Bees T.C., Chiba M., Norris J. E., Freeman K.C. Structure and Kinematics of the Stellar Halos and Thick Disks of the Milky Way Based on Calibration Stars from SDSS DR7. *ApJ*, 2010, vol. 712, p. 692.
7. Casetti-Dinescu D.I., Girard T.M., Korchagin V.I., et al. The Three-Dimensional Velocity Structure of the Thick Disk from SPM4 and RAVE. *ApJ*, 2011, vol. 728, p. 7.
8. Dehnen W., Binney J. Local Stellar Kinematics From HIPPARCOS Data. *MNRAS*, 1998, vol. 298, p. 387D.
9. Edvardsson B., Andersen J., Gustafsson B., Lambert D., Nissen P., Tomkin J. The Chemical Evolution of the Galactic Disk – Part One – Analysis and Results. *A&A*, 1993, vol. 275, p. 101E.
10. Elmegreen B.G., Elmegreen D.M. Observations of Thick Disks in the Hubble Space Telescope Ultra Deep. *ApJ*, 2006, vol. 650, p. 644E.
11. Gilmore G., Reid N., et al. New Light on Faint Stars. III – Galactic Structure Towards the South Pole and the Galactic Thick Disc. *MNRAS*, 1983, vol. 202, p. 1025.
12. Kordopatis G. G., Steinmetz M., Boeche C., Seabroke G., Siebert A., Zwitter T., Binney J., de Laverny P., Recio-Blanco. The Radial Velocity Experiment (RAVE): Fourth Data Release. *AJ*, 2003, vol. 146, p. 134K.

13. Kruit P.C. van der, Searle L. Surface Photometry of Edge-on Spiral Galaxies. I – A model for the Three-Dimensional Distribution of Light in Galactic Disks. *A&A*, 1981, vol. 95, p. 105.
14. Loebman. The Genesis of the Milky Way's Thick Disk Via Stellar Migration. *ApJ*, 2011, vol. 737, p. 8.
15. Minchev I., Famaey B. A New Mechanism for Radial Migration in Galactic Disks: Spiral-Bar Resonance Overlap. *ApJ*, 2010, vol. 722, p. 112.
16. Monet D.G. The USNO-B Catalog. *AJ*, 2003, vol. 125, p. 984.
17. Schonrich R., Binney J. Origin and Structure of the Galactic Disc(s). *MNRAS*, 2009, vol. 399, p. 1145.
18. Sellwood J.A., Binney J. Radial Mixing in Galactic Discs. *MNRAS*, 2002, vol. 336, p. 785.
19. Smith M.C., Evans N.W., Belokurov V., et al. Kinematics of SDSS Subdwarfs: Structure and Substructure of the Milky Way Halo. *MNRAS*, 2009, vol. 339, p. 1223.
20. Tsuchiya T.A., Dinescu D.I., Korchagin V.I. Capture Scenario for Globular Cluster Omega Centauri. *DDA*, 2003, vol. 34, p. 0402T.
21. Wilson M.L., Helmi A., Heather L., et al. Testing Formation Mechanisms of the Milky Way's Thick Disk With RAVE. *MNRAS*, 2011, vol. 413, p. 2235.
22. Yanny B.A. Spectroscopic Survey of 240,000 Stars with $g = 14-20$. *AJ*, 2009, vol. 137, pp. 4377.
23. Yoachim P., Dalcanton J. Structural Parameters of Thin and Thick Disks in Edge-on Disk Galaxies. *AJ*, 2006, vol. 131, p. 226Y.
24. Yoachim P., Dalcanton J. The Dynamics of Thick Disks: Constraining the Early Evolution of Galaxies. *Noao. prop*, 2005. 189 p.
25. York D.G. The Sloan Digital Sky Survey: Technical Summary. *AJ*, 2000, vol. 120, pp. 1579.
26. Yoshii. Density Distribution of Faint Stars in the Direction of the North Galactic Pole. *PASJ*, 1982, vol. 34, p. 365.
27. RAVE DR4. Available at: <http://www.rave-survey.aip.de/rave/pages/database/index.jsp/>.

KINEMATICAL PROPERTIES OF THE THICK DISK OF GALAXY AS BASED ON THE CATALOG BY BREDDLES ET AL.

Budanova Natalya Olegovna

Junior Researcher, Research Institute of Physics of Southern Federal University
Budanova-nata@mail.ru
Prosp. Stachki, 194, 344090 Rostov-on-Don, Russian Federation

Korchagin Vladimir Ivanovich

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Leading Researcher,
Research Institute of Physics of Southern Federal University
vkorchagin@sfnedu.ru
Prosp. Stachki, 194, 344090 Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. The catalogs of stars' radial velocities such as RAVE act as the source of unique data allowing to calculate the dynamics of the Galaxy in the past and in the present. On the basis of the kinematical catalog by Breddles et al. [4], containing the three-dimensional velocities of 16 146 nearby stars together with the distances, we selected samples of 451 stars that kinematically belong to the thick disk of the Galaxy. Using our samples we performed the analysis of the kinematical properties of the Galactic thick disk. The determined rotational velocity of the thick disk located near the Galactic mid-plane is about 200 km/s, and this value is consistent with the determinations of other authors [7; 21]. The components of the velocity dispersion of the thick disk ($\sigma_R = 93,4 \pm 15,2$; $\sigma_\Theta = 68,1 \pm 5,9$; $\sigma_Z = 54,8 \pm 1,8$ km/s) are larger, compared to other determinations. This fact may testify in favor of the presence of the dark matter in the Galactic thick disk.

Key words: thick disk, kinematics, rotational velocity, dispersion of velocities.