

**Аббас ОМОНОВ,**

Докторант Национального университета Узбекистана

Электронная почта: *abbosomonov998@gmail.com*

**Жахонгир ГАНИЕВ,**

Старший преподаватель Национального университета Узбекистана

Электронная почта: *ganiev\_jakhongir@mail.ru*

**Фарход БОТИРОВ,**

Преподаватель Национального университета Узбекистана

Электронная почта: *botrov\_0807@mail.ru*

**Сабир ТУРАЕВ,**

Докторант Национального университета Узбекистана

Электронная почта: *sobr8488@mail.ru*

УзРФА Институт астрономии проф. По отзывам К.Миртаджиевой

## **O'ZGRAVITATSIALANOVCHI DISKSIMON TIZIMLARDA LOPSAIDAL STRUKTURALAR UCHUN N=7; m=1 TEBRANISH GARMONIKASI BEQARORLIGI TAHLILI.**

Annotatsiya

O'zgravitatsialanovchi disksimon tizimlarda lopsaidal strukturalarning paydo bo'lishi pulsatsiyalanuvchi nostatsionar disksimon model yordamida o'rganildi. Azimutal to'lqin soni  $m=1$ , radial to'lqin soni  $N=7$  tebranish garmonikasi uchun, nostatsionar dispersiyon tenglamalarning (NDT) analogini hosil qilindi va ularni sonli usulda olingan yechimlari orqali kritik diagrammalar olindi va beqarorlik turi aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** galaktika: - lopsaidal, akkretsiya, evolyutsiya, materiya, model: -superpozitsiya, kritik, izotrop, pulsatsiya, amplituda, aylanish.

## **INSTABILITY ANALYSIS OF N=7; m=1 OSCILLATION HARMONICS FOR LOPSIDED STRUCTURES IN SELF-GRAVITATING DISK-LIKE SYSTEMS**

Annotation

The occurrence of lopsided structures in self-gravitating disk-like systems was studied by means of a pulsating non-stationary disk-like model. Azimuthal wave number  $m=1$ , radial wave number  $N=7$  for oscillation harmonics, creating an analogue of non-stationary dispersion equations (NADR) and through their numerical solutions, critical diagrams were obtained and the type of instability was determined.

**Key words:** galaxy: -lopsided, accretion, evolution, matter, model: -superposition, critical, isotropic, pulsation, amplitude, rotation.

## **АНАЛИЗ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ГАРМОНИК КОЛЕБАНИЙ N=7; m=1 ДЛЯ ЛОПСАЙДАЛЬНЫХ СТРУКТУР В САМОГРЕВАЮЩИХ ДИСКООБРАЗНЫХ СИСТЕМАХ**

Аннотация

Возникновение лопсайдальных структур в Самогравитирующие дискообразных системах изучалось с помощью пульсирующей нестационарной диско подобной модели. Азимутальное волновое число  $m=1$ , радиальное волновое число  $N=7$  для гармоник колебаний, создание аналога нестационарных дисперсионных уравнений (НАДУ) а через их численные решения получены критические диаграммы и определен тип неустойчивости определенный.

**Ключевые слова:** галактики: - лопсайдальной, аккреция, эволюция, материя, модель: - суперпозиция, критическая, изотропная, пульсация, амплитуда, вращение.

**Введение.** Наблюдения Болдуин и его соавторов показали асимметрию в распределении нейтрального водорода в галактиках, которую они назвали «lopsided» [1]. Лопсайдальность - это явление, при котором ядро галактики смещается от ее геометрического центра, а распределение массы асимметрично вдоль большой оси. Это может привести к неасимметричному возмущению гравитационного потенциала и скоростного поля галактики. Лопсайдальность наблюдается примерно в 30% спиральных галактик, как в звездном, так и в газовом компонентах. Лопсайдальность является длительным процессом, который оказывает значительное влияние на эволюцию галактик. Ее можно увидеть в распределении нейтрального водорода, звезд, темной материи и яркости [2-4]. Различные механизмы лопсайдальных структуры, такие как приливное взаимодействие со спутником (но также наблюдается и без него), аккреция спутников (галактик) или газообразного вещества и т.д.), неустойчивости отдельных мод возмущений, были изучены авторами [5-10]. В этой работе для лопсайдальных моды  $N=7$ ;  $m=1$  на фоне модели нестационарной пульсирующей дискообразных составную модель был получен аналог НАДУ и получены критические диаграммы для различных значений параметра суперпозиции.

### **1. Основные формулы и соотношения.**

Мы составили составную модель, используя принципа линейной суперпозиции.

$$\Psi_s(r, v_r, v_\perp, t) = (1 - \nu) \left\{ \frac{2\sigma_0}{\pi} \left( 2r^2 v_\perp^2 + \left( 1 - \frac{r^2}{\Pi^2} \right) (1 - \Pi^2 v_\perp^2) - \Pi^2 (v_r - v_a)^2 \right) \right. \\ \left. \chi \left( \left( 1 - \frac{r^2}{\Pi^2} \right) (1 - \Pi^2 v_\perp^2) - \Pi^2 (v_r - v_a)^2 \right) \right\} + \nu \left\{ \frac{\sigma_0}{2\pi\sqrt{1 - \Omega^2}} \left[ \frac{1 - \Omega^2}{\Pi^2} \left( 1 - \frac{r^2}{\Pi^2} \right) \right. \right. \\ \left. \left. - (v_r - v_a)^2 - (v_\perp - v_b)^2 \right] \chi(R - r) \right\} \quad (1)$$

Здесь параметр суперпозиции  $\nu$  изменяется в диапазоне  $0 \leq \nu \leq 1$ . Причем  $\Pi(t) = \frac{1 + \lambda \cos \psi}{1 - \lambda^2}$ , время  $t = \frac{\psi + \lambda \sin \psi}{(1 - \lambda^2)^{3/2}}$ . Здесь

принята следующая нормировка  $\pi^2 G \sigma_0 = 2R_0$  ( $R_0 = 1$ ), параметр  $\Omega$  представляет вращение диска ( $0 \leq \Omega \leq 1$ ), а  $\chi$ -

функция Хэвисайда. Компоненты скорости  $v_a = -\lambda \frac{r \sin \psi}{\sqrt{1-\lambda^2 \pi^2}}$ ,  $v_b = \frac{\Omega r}{\pi^2}$ , амплитуда пульсаций диска в радиальном направлении  $\lambda=1-(2T/|U|)_0$ , а диапазон ее изменения:  $0 \leq \lambda \leq 1$ .

## 2. Неустойчивость лопсайдальной моды для составной модель.

Поскольку нас в первую очередь интересует режим неустойчивости, приводящий к возникновению лопсайдальной структуры, ниже мы сформулировали нестационарное дисперсионное уравнение (НАДУ) на фоне структурной модели (1) для режима колебаний с азимутальным волновым числом  $m=1$  и радиальным волновым числом  $N=7$ .

$$\Lambda \zeta_\tau(\psi) = - \frac{35}{1024(1 + \lambda \cos \psi)^{12}} \{v I_{17}^*(\psi) + (1 - v)A(\psi)\} (\lambda + \cos \psi)^{6-\tau} \sin^\tau \psi,$$

$$\tau = \overline{(0 - 6)} \quad (2)$$

Используя принцип линейной суперпозиции, были построены критические диаграммы для значений параметра суперпозиции  $v=0, 0.25, 0.5, 0.75$ .

Здесь:

$$\begin{aligned} I_{17}^*(\psi) = & \{-429(\Omega^6 - \frac{24}{13}\Omega^4 + \frac{144}{143}\Omega^2 - \frac{64}{429})s^6b^6 - 3069(\Omega^4 - \frac{432}{341}\Omega^2 + \frac{368}{1023})s^4b^4c^2 - 2115(\Omega^2 - \frac{104}{141})c^4b^2s^2 - \\ & 275c^6\} \zeta_0(\psi) + \{2574(\Omega^2 - 3)(\Omega^4 - \frac{16}{13}\Omega^2 + \frac{48}{143})b^6s^5c + 12276(\Omega^4 - \frac{667}{341}\Omega^2 + \frac{296}{341})s^3b^4c^3 + 4230(\Omega^2 - \frac{53}{47})c^5sb^2\} \zeta_1(\psi) - \\ & \{3069(\Omega^4 - \frac{432}{341}\Omega^2 + \frac{368}{1023})s^6b^8 + 6435(\Omega^6 - \frac{368}{65}\Omega^4 + \frac{5586}{715}\Omega^2 - \frac{2128}{715})s^4b^6c^2 + 18414(\Omega^4 - \frac{2236}{1023}\Omega^2 + \\ & \frac{2581}{2046})s^2b^4c^4 + 2115(\Omega^2 - \frac{104}{141})c^6b^2\} \zeta_2(\psi) + \{12276(\Omega^4 - \frac{667}{341}\Omega^2 + \frac{296}{341})s^5b^8c + 2145(\Omega^6 - \frac{399}{65}\Omega^4 + \frac{6723}{715}\Omega^2 - \\ & \frac{3229}{715})s^3b^6c^3 + 3069(\Omega^4 - \frac{667}{341}\Omega^2 + \frac{296}{341})c^5b^4s\} \zeta_3(\psi) - \\ & \{2115(\Omega^2 - \frac{104}{141})s^6b^{10} + 18414(\Omega^4 - \frac{2236}{1023}\Omega^2 + \frac{2581}{2046})s^4b^8c^2 + 6435(\Omega^6 - \frac{368}{65}\Omega^4 + \frac{5586}{715}\Omega^2 - \frac{2128}{715})s^2b^6c^4 + 3069(\Omega^4 - \\ & \frac{432}{341}\Omega^2 + \frac{368}{1023})c^6b^4\} \zeta_4(\psi) + \{2574(\Omega^2 - 3)(\Omega^4 - \frac{16}{13}\Omega^2 + \frac{48}{143})b^6c^5s + 12276(\Omega^4 - \frac{667}{341}\Omega^2 + \frac{296}{341})s^3c^3b^8 + 4230(\Omega^2 - \\ & \frac{53}{47})s^5cb^{10}\} \zeta_5(\psi) - \{275(\frac{39}{25}\Omega^6 - \frac{72}{25}\Omega^4 + \frac{432}{275}\Omega^2 - \frac{64}{275})c^6b^6 + 3069(\Omega^4 - \frac{432}{341}\Omega^2 + \frac{368}{1023})s^2b^8c^4 + 2115(\Omega^2 - \\ & \frac{104}{141})c^2b^{10}s^4 + 275b^{12}s^6\} \zeta_6(\psi) + i[\{2574(\Omega^4 - \frac{16}{13}\Omega^2 + \frac{48}{143})s^5b^5c\Omega + 1980(\Omega^2 - \\ & \frac{8}{11})c^3b^3s^3\Omega + 270\Omega c^5bs\} \zeta_0(\psi) + \{2574(\Omega^4 - \frac{16}{13}\Omega^2 + \frac{48}{143})s^6b^7\Omega - 12870(\Omega^4 - \frac{22}{13}\Omega^2 + \frac{96}{143})c^2b^5s^4\Omega - 2970(\Omega^2 - \\ & \frac{21}{22})c^4b^3s^2\Omega - 270c^6b\Omega\} \zeta_1(\psi) - \{12870(\Omega^4 - \frac{22}{13}\Omega^2 + \frac{96}{143})cb^7s^5\Omega + 25740(\Omega^4 - \frac{25}{13}\Omega^2 + \frac{135}{143})c^3b^5s^3\Omega + 5940(\Omega^2 - \\ & \frac{21}{22})c^5b^3s\Omega\} \zeta_2(\psi) + \{1980(\Omega^2 - \frac{8}{11})b^7s^4\Omega + 25740(\Omega^4 - \frac{24}{13}\Omega^2 + \frac{127}{143})c^2b^5s^2\Omega + 1980(\Omega^2 - \frac{8}{11})b^3c^4\Omega\} (bs-c)(bs+c) \zeta_3(\psi) - \\ & \{5940(-\frac{13}{6}\Omega^4 + \frac{11}{3}\Omega^2 - \frac{16}{11})c^5b^5s\Omega + 25740(\Omega^4 - \frac{25}{13}\Omega^2 + \frac{135}{143})c^3b^7s^3\Omega + 5940(\Omega^2 - \frac{21}{22})b^9s^5c\Omega\} \zeta_4(\psi) + \{270(-\frac{143}{15}\Omega^4 + \\ & \frac{176}{15}\Omega^2 - \frac{16}{5})c^6b^5\Omega + 12870(\Omega^4 - \frac{22}{13}\Omega^2 + \frac{96}{143})c^4b^7s^2\Omega + 5940(\Omega^2 - \frac{21}{22})b^9s^4c^2\Omega + 270s^6b^{11}\Omega\} \zeta_5(\psi) - \{270(\frac{143}{15}\Omega^4 - \\ & \frac{176}{15}\Omega^2 + \frac{16}{5})c^5b^7s\Omega + 1980(\Omega^2 - \frac{8}{11})b^9c^3s^3\Omega + 270b^{11}s^5c\Omega\} \zeta_6(\psi) \\ A(\psi) = & \{\frac{53}{32}s^6b^6 - \frac{1905}{16}s^4b^4c^2 + \frac{1005}{2}c^4b^2s^2 - 275c^6\} \zeta_0(\psi) + \{-\frac{3969}{16}b^6s^5c + \frac{9945}{4}s^3b^4c^3 - 2655c^5sb^2\} \zeta_1(\psi) - \{\frac{1905}{16}s^6b^8 - \\ & \frac{127755}{4}s^4b^6c^2 + \frac{70875}{8}s^2b^4c^4 - \frac{1005}{2}c^6b^2\} \zeta_2(\psi) + \{\frac{9945}{4}s^5b^8c - \frac{103935}{4}s^3b^6c^3 + \frac{9945}{4}c^5b^4s\} \zeta_3(\psi) - \\ & \{-\frac{1005}{2}s^6b^{10} + \frac{70875}{8}s^4b^8c^2 - \frac{127755}{32}s^2b^6c^4 + \frac{1905}{16}c^6b^4\} \zeta_4(\psi) + \{-\frac{3969}{16}b^6c^5s + \frac{9945}{4}s^3c^3b^8 - 2655s^5cb^{10}\} \zeta_5(\psi) - \{- \\ & \frac{53}{32}c^6b^6 + \frac{1905}{16}s^2b^8c^4 - \frac{1005}{2}c^2b^{10}s^4 + 275b^{12}s^6\} \zeta_6(\psi) \end{aligned}$$

$$b=1-\lambda, \quad s=\sin\psi, \quad c=\lambda+\cos\psi.$$

Мы построили критические диаграммы для различных ( $v=0, 0.25, 0.5, 0.75$ ) значений параметра суперпозиции на основе решений нестационарного дисперсионного уравнения (НАДУ) численно.

1. При параметре суперпозиции  $v=0$  составную модель (1) переключается на анизотропную модель на скоростной диаграмме, но поскольку в анизотропной модели параметр вращения равен  $\Omega=0$ , мы получили критические значения вириальной параметр. При значениях вириального параметра  $0 \leq |2T/|U| \leq 0.599$ ,  $0.629 \leq |2T/|U| \leq 0.668$  в нашей модели анизотропного диска появлялись области динамической неустойчивости.

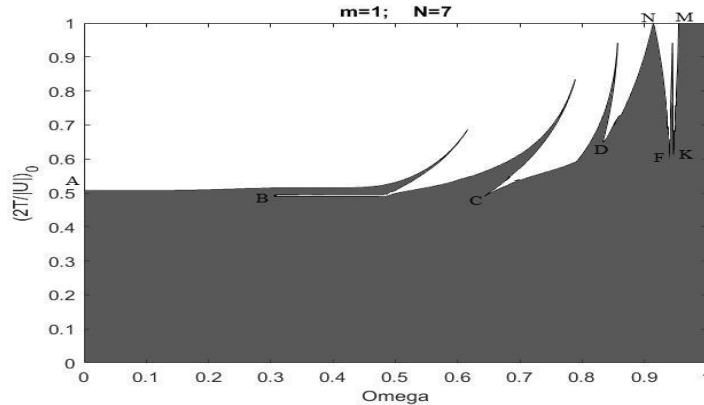


Рис. 1. Критическая зависимость начального вириального отношения от параметра вращения в составной модель (1) для моды возмущения  $N=7, m=1$ . Экстремальные точки находятся при  $N=0.914, M=0.955$ .

2. С параметром суперпозиции  $v=0.25$  построена критическая диаграмма с использованием решений НАДУ, полученных на фоне составную модель (1) (рис.1). При значении ( $\Omega=0, 0 \leq |2T/|U| \leq 0.507$ ) возникла область динамической неустойчивости. Зоны колебательной неустойчивости формировались при значениях вириального

параметра ( $|^{2T}/U|=0.493, 0.490, 0.723, 0.585, 0.604$ ), если значения параметра вращения ( $\Omega=0.307, 0.642, 0.833, 0.941, 0.947$ ) равны. Он оказался равным по значениям параметра крайних точек ( $\Omega=0.914, 0.955$ ).

3. С параметром суперпозиции  $\nu=0.5$  построена критическая диаграмма с использованием решений НАДУ, полученных на фоне составную модель (1) (рис.2). Динамическая неустойчивость и колебательно-неустойчивые поля формировались при значениях вириального параметра ( $0 \leq |^{2T}/U| \leq 0.378, 0.399 \leq |^{2T}/U| \leq 0.403$ ) при параметре вращения  $\Omega=0$ .

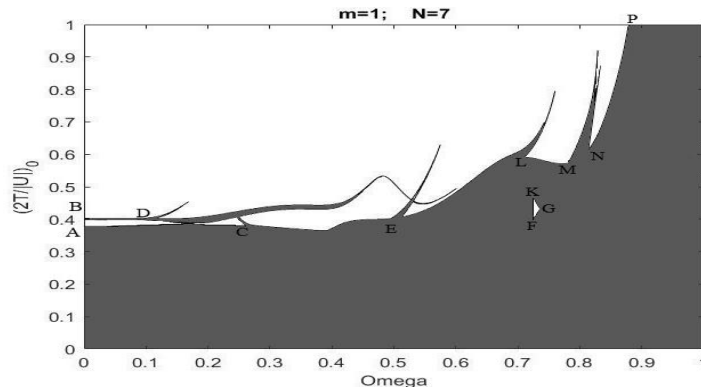


Рис. 2. Критическая зависимость начального вириального отношения от параметра вращения в составной модель (1) для моды возмущения  $N=7, m=1$ . Экстремальные точки находятся при  $P=0.880$ .

Поля колебательной неустойчивости при значениях вириального параметра ( $|^{2T}/U|=0.377, 0.404, 0.408, 0.395, 0.432, 0.466, 0.590, 0.577, 0.615$ ), являющегося параметром вращения ( $\Omega=0.270, 0.118, 0.513, 0.723, 0.736, 0.726, 0.710, 0.783, 0.814$ ) при равенстве значений. Крайняя точка была достигнута при значении параметра вращения  $\Omega=0.880$ .

4. С параметром суперпозиции  $\nu=0.75$  построена критическая диаграмма с использованием решений НАДУ, полученных на фоне составную модель (1) (рис.3).

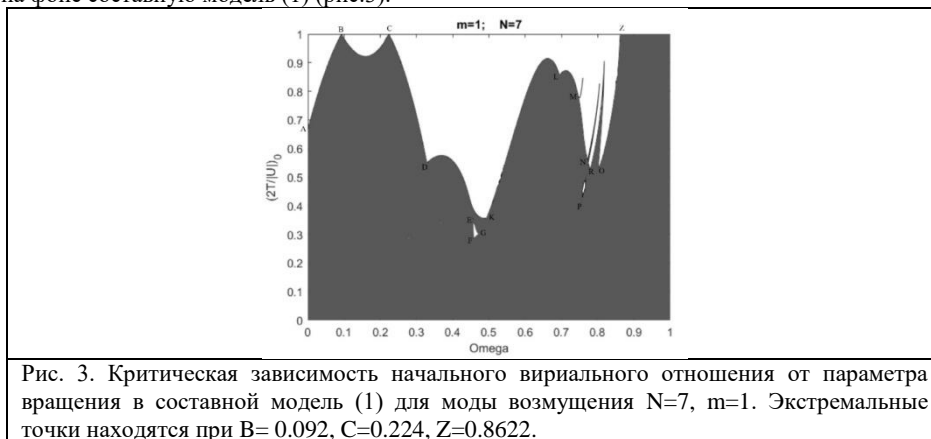


Рис. 3. Критическая зависимость начального вириального отношения от параметра вращения в составной модель (1) для моды возмущения  $N=7, m=1$ . Экстремальные точки находятся при  $B=0.092, C=0.224, Z=0.8622$ .

Поле динамической неустойчивости находится при значении вириального параметра  $0 \leq |^{2T}/U| \leq 0.666$ , если параметр вращения равен значению  $\Omega=0$ .

Поля колебательной неустойчивости при значениях вириального параметра ( $|^{2T}/U|=0.549, 0.372, 0.286, 0.301, 0.356, 0.856, 0.779, 0.558, 0.409, 0.547, 0.529, 0.528$ ), являющегося параметром вращения ( $\Omega=0.328, 0.453, 0.457, 0.469, 0.492, 0.695, 0.747, 0.772, 0.752, 0.774, 0.780, 0.801$ ). Крайняя точка была достигнута при значениях параметра вращения ( $\Omega=0.092, 0.224, 0.8622$ ).

**Заключение.** С использованием вновь построенной составную модель выполнен нестационарный анализ дисперсионных уравнений для моды (7;1) горизонтальных колебаний на фоне составной модели, построенной по принципу линейной суперпозиция и были созданы критические диаграммы. Оказалось, что эти структуры возникают только по механизму колебательной неустойчивости, когда диск имеет вращение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Baldwin, Lynden-Bell, Sancisi MNRAS-1980
2. Chanda J. Jog et al//Physics Reports-2009
3. Rix H.-W., Zaritsky D., 1995, ApJ, 447, 82
4. Jog et al: AP.J-1997; MNRAS-2006; Phys.rev-2009
5. Beale, J.S., & Davies, R.D. 1969, Nature, 221, 531
6. Swaters R. A. Schoenmakers R. H. Sancisi R. Van Albada T. S., 1999, MNRAS, 304, 3303
7. Phookun, B., Vogel, S.N., & Mundy, L.G. 1993, ApJ, 418, 113
8. Binney. J and Tremaine.S, "Galactic dynamics", Princeton (1987)
9. Fridman. M and Polyachenko.V.L, Physics of Gravitating Systems, Springer Verlag, New York (1984).
10. Mirtadjieva. K.T, Nuritdinov.S.N, Ruzibaev.J.K. va Muhammad Khalid Astrophysics, Vol.54, No.2, 2011.