

## МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕССТОЛКНОВИТЕЛЬНОГО ДИСКА NGC 1566 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ

**Р. В. Золотарев, Б. Б. Жмайлов, В. И. Корчагин**

*Южный федеральный университет*

Рассматривается задача о динамике трехмерного бесстолкновительного диска галактики NGC1566, модель которого построена на основе наблюдательных данных. Динамика исследуется методом прямого интегрирования задачи  $N$  тел с использованием графических процессоров и технологии CUDA. Результаты моделирования демонстрируют, что диск с параметрами, соответствующими наблюдаемым, неустойчив по отношению к образованию глобального спирального узора. Оценка угловой скорости спирального узора в модели в пределах ошибок согласуется с наблюдениями.

## NUMERICAL SIMULATION OF COLLISIONLESS DISK OF NGC 1566 USING GRAPHICS PROCESSING UNITS

**R. V. Zolotarev, B. B. Jmailov, V. I. Korchagin**

*Southern Federal University*

A numerical approach is used to study dynamics of a three-dimensional collisionless disk of NGC 1566 galaxy. An equilibrium model was constructed on the basis of observational data. Dynamics was modeled with direct  $N$ -body integration involving graphics processing units and CUDA technology. Simulation shows that the disk is unstable to formation of a two-armed spiral pattern. Estimation of pattern angular speed in the model is consistent with observational data.

Галактика NGC 1566 на протяжении ряда лет является объектом активных исследований. В частности, для нее были измерены кривая вращения [1, 2], дисперсия скоростей в диске [3], профиль поверхностной плотности [1] и угловая скорость спирального узора [2]. Целью данной работы является исследование процесса формирования и эволюции спиральной структуры в галактике NGC 1566.

На основании указанных наблюдательных данных при помощи методики Эрквиста [4] строится равновесная многокомпонентная модель диска с заданными параметрами. Для численного интегрирования задачи N тел применяется метод предиктор-корректор второго порядка («leapfrog») [5]. Вычисления производились при помощи специально разработанного высокопараллельного алгоритма, использующего графические процессоры и технологию CUDA.

Анализ полученного распределения частиц в модели явно демонстрирует образование глобальной двухрукавной структуры с угловой скоростью  $21.6 \pm 1$  км/с/кпк, согласующейся с наблюдаемой  $23 \pm 2$  км/с/кпк [2]. Формирование структуры слабо возмущает общее усредненное распределение частиц, и в ходе эволюции поверхностная плотность и кривая вращения соответствуют наблюдаемым.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и образования (проект 3.858.2017/4.6).

## Библиографические ссылки

1. *Elagali A., Staveley-Smith L., Rhee J. et al.* WALLABY early science - III. An H I study of the spiral galaxy NGC 1566 // *Mon. Not. R. Astron. Soc.* — 2019. — Vol. 487, № 2. — P. 2797–2817. 1905.09491.
2. *Agüero E. L., Díaz R. J., Bajaja E.* NGC 1566: Spectroscopy of a symmetric system with Seyfert nucleus // *Astron. Astrophys.* — 2004. — Vol. 414. — P. 453–461.
3. *Bottema R.* The stellar velocity dispersion of the spiral galaxies NGC 1566 and NGC 2815. // *Astron. Astrophys.* — 1992. — Vol. 257. — P. 69–84.
4. *Hernquist L.* N-Body Realizations of Compound Galaxies // *Astrophys. J. Suppl. Ser.* — 1993. — Vol. 86. — P. 389.
5. *Binney J., Tremaine S.* Galactic Dynamics: Second Edition. — 2008.