

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ПРЯМЫХ СТОЛКНОВЕНИЙ В ЯДРАХ АКТИВНЫХ ГАЛАКТИК

Ч.Т. Омаров

Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, г.Алматы

В работе рассматривается модель звездной системы N-тел с физическими столкновениями её членов.

В центральных частях активных ядер галактик прямые физические столкновения звезд имеет важное значение в их динамической эволюции. В результате таких столкновений происходит либо разрушение звезд, либо их слияние (слипание) в более массивные объекты. В нашей модели мы рассматриваем случай, в котором подсистема с фиксированным числом частиц сталкивается с подсистемой частиц постоянной массы. Полагаем, что в результате столкновений этих двух подсистем происходит прилипание i -ых частиц постоянной массы m_i на подсистему с фиксированным числом s -ых частиц переменной массы $m_s(t)$. При этом принимаем, что с некоторого момента времени выполняется условие: $m_s(t) \geq m$. Очевидно, что все объекты системы взаимодействуют посредством парных регулярных гравитационных сил и, кроме того, s -частицы могут дополнительно испытывать действие реактивных сил, вызванное анизотропным присоединением к ним i -ых частиц. Для упрощения пусть система сферически симметричная и характеризуется переменным радиусом $R(t)$. Таким образом, мы построили двухкомпонентную модель гравитирующей системы N-тел с подсистемой формирующихся массивных тел.

Условие самосогласованности данной системы по массе означает, что:

$$\sum_s m_s(t) + M(t) = const, \quad M(t) \equiv \sum_i m_i (= m). \quad (1)$$

Пусть подсистема i -ых частиц заполняет нашу систему радиуса $R(t)$ непрерывным образом. Поэтому в первом приближении можно положить, что ее средняя плотность равна:

$$\delta(t) = 3M(t) / 4\pi R^3(t). \quad (2)$$

В этом случае, мы можем записать следующее выражение для результирующей силы, действующей на s -ую частицу со стороны i -ых частиц.

$$\vec{F}_{1s} = -\frac{4}{8} \pi G \delta(t) m_s \vec{r}_s, \quad (3)$$

где G - гравитационная константа, \vec{r}_s - радиус-вектор s -го тела относительно центра системы (центр масс и центр системы совпадают)

where G is a gravitational constant, \vec{r}_s is a radius vector of a body with respect to the globe's center. Если за \vec{F}_{2s} обозначить гравитационную силу взаимодействия s -го тела с себе подобными телами, тогда уравнение движения для s -го тела будет иметь вид

$$m_s(t) \frac{d^2 \vec{r}_s}{dt^2} = -\frac{4}{3} \pi G \delta(t) m_s \vec{r}_s + \vec{F}_{2s} + \left(\vec{u}_s - \frac{d\vec{r}_s}{dt} \right) \frac{dm_s}{dt}, \quad (3)$$

где \vec{u}_s - абсолютная скорость присоединяющихся i -ых частиц.

В случае свободного сжатия сферической системы массы $M(t)$ и радиуса $R(t)$ мы будем иметь соотношение (Антонов, Осипков, Чернин, 1975)

$$\sum_i m \left(\frac{d\vec{r}_i}{dt} \right)^2 = \frac{3}{5} \frac{GM(t)}{R(t)} \quad (4)$$

В результате получаем выражение, связывающее мгновенные значения δ , $d\delta/dt$, $d^2\delta/dt^2$ подсистемы i -ых частиц с положениями и скоростями формирующихся s -ых частиц:

$$\frac{3}{10} \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{2/3} \frac{d^2}{dt^2} (M^{5/3} \delta^{-2/3}) = - \sum_s \vec{r}_s \left[2 \frac{d\vec{r}_s}{dt} \frac{dm_s}{dt} + \frac{1}{2} \vec{r}_s \frac{d^2 m_s}{dt^2} + \left(\vec{u}_s - \frac{d\vec{r}_s}{dt} \right) \frac{dm_s}{dt} \right]. \quad (5)$$

Полученное уравнение представляет интерес при использовании численного подхода "*N-body simulation*" для столкновений звезд в ядрах активных галактик.

Литература

1. Antonov, V.A., Ossipkov, L.P., Chernin, A.D. On the Motions in the non-steady gravitation Field of Primordial Protogalaxy //Astrophysica, 1975, V.11, P. 335-345.
2. Омаров Т.Б. Обобщенная теорема вириала для системы флуктуирующего состава //Астрофизика, 1985, 23, С. 77-90.
- 3.. Saslaw, W.C. Gravitational Physics of Stellar and Galactic Systems. 1987. Cambridge University Press, Cambridge.

АКТИВТІ ГАЛАКТИКАЛАР ЯДРОЛАРЫНДАҒЫ ТУРА СОҚТЫҒЫСТАР МӘСЕЛЕСІН АНАЛИТИКАЛЫҚ ҚАРАСТЫРУ

Ш.Т. Омаров

Жұмыста мүшелері арасында физикалық соқтығысулар болатын N-денелік жұлдыздар жүйесі жобасы қарастырылады.

ANALYTICAL APPROACH TO THE DIRECT COLLISIONS PROBLEM IN ACTIVE GALAXY NUCLEUS

Ch.T. Omarov

A model of N- bodies stellar system with physical collisions of its components is considered in this paper.