МИНИСТЕРСТВО НАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УзССР

Ташкентский ордена Трудового Красного Знамени государственный университет им. В. И. Ленина

Проблемы физики и динамики звездных систем

Ташкент — 1989

УДК 524.3/.4-32, 524.6 - 8.77

Проблемы физики и динамики звездных систем. - Ташкент, Изд.ТашГУ, 1989, - 70 с.

Представлены тезисы докладов совещания "Проблемы физики и динамики звездных систем".

Материалы содержат исследования физических, динамических и кинематических характеристик галактик, их подсистем и скоплений. В них затронуты современные проблемы в указанном направлении.

Сборник рассчитан на специалистов в области астрономии, астрофизики и физики.

Ответственный редактор
зав.кафедрой астрономии С.Н.Нуритдинов

Подписано к печати 20.09.89. Р. 00672. Тираж 80 экз.
Формат бумаги 60х84 I/I6. Бумага № I. Усл.печ.л. 4,I
Уч.-изд.л. 4,5. Заказ 228 . Оперативная печать. Цена 40 коп.
Типография ТашГУ, Вузгородок.

УДК 521.14/17

КОНДРАТЬЕВ Б.П.

ГРУШЕВИДНЫЕ ФИГУРЫ РАВНОВЕСИЯ С ВНУТРЕННИМИ ТЕЧЕНИЯМИ

1. В обширной теме неэллипсоидальных фигур равновесия видное место принадлежит грушевидным /яйцевидным/ конфигурациям. Классические грушевидные фигуры /открыты А.М.Ляпуновым /1885 г./ и А.Пуанкаре /1885 г.//не имеют внутренних течений и являются фигурами относительного равновесия; их последовательность начинается от некоторого эллипсоида Якоби. Но в более общем плане сами эллипсоиды Якоби- всего лишь частный случай среди широкого класса эллипсоидов Римана с линейным внутренним полем скоростей; и обратим внимание: на последовательностях эллипсоидов Римана также существуют нейтральные точки по отношению к третьим гармоникам [1]. Нас интересует: будет ли существовать фигура равновесия после малой деформации эллипсоида Римана, преобразующей его квадратичную поверхность в более сложную поверхность третьего /четвёртого и т.д./ порядка? Очевидно, существование нейтральных точек ещё не означает, что существуют сами грушевидные фигуры с внутренним полем скоростей.

2. Вначале изучается двумерный вариант грушевидной фигуры с внутренними течениями. Разработан прямой метод определения точек бифуркации грушевидных конфигураций на семействе последовательностей жидких эллиптических цилиндров с линейным внутренним полем скоростей [2].

а/. При деформации исходного эллиптического цилиндра, коль скоро положение смещённого и несмещённого элемента фиксируется в один и тот же момент времени, поле скоростей должно удовлетворять определённым требованиям; коль скоро поле вектора лагранжева смещения $\vec{\xi}(\vec{x})$ образует стационарное поле бесконечно малых смещений, сохранятся равенство периодов обращения жидких частиц по невозмущённым и возмущённым линиям тока /сохраняется ли при этом спин-другая проблема!/. Уравнение деформированного семейства линий тока

$$S(\vec{x}+\vec{\xi},m)=S^{(0)}(x_1,x_2,m)+\frac{2x_1\xi_1}{a_1^2}+\frac{2x_2\xi_2}{a_2^2}+\frac{\xi_1^2}{a_1^2}+\frac{\xi_2^2}{a_2^2}=0. \qquad /1/$$

Эйлерова вариация скорости может быть представлена рядом

$$\delta\vec{u}=\frac{d}{dt}\vec{\xi}-\xi_i\frac{\partial\vec{u}^{(0)}}{\partial x_i}-\xi_1\xi_2\frac{\partial^2\vec{u}^{(0)}}{\partial x_1\partial x_2}-\dots \qquad /2/$$

С учётом линейности по координатам невозмущённого поля скоростей $\vec{u}^{(0)}(\vec{x})$ производные второго и более высокого порядка в /2/ исчезают, в то время как уравнение /I/ содержит не только линейные, но и квадратичные по ξ_i члены. Следовательно, уже во втором по возмущениям приближении найденное поле скоростей не будет удовлетворять граничному условию

$$\left(u_1^{(0)}+\delta u_1\right)\frac{\partial S}{\partial x_1}+\left(u_2^{(0)}+\delta u_2\right)\frac{\partial S}{\partial x_2}=0. \qquad /3/$$

Другими словами, уже во втором по возмущениям приближении неэллипсоидальные фигуры равновесия с внутренними течениями существовать не могут. Последовательность же классических грушевидных фигур может развиваться вплоть до нелинейных членов, т.к. условие /3/ для них удовлетворяется тождественно.

б/. Получены все характеристики грушевидных фигур в первом приближении: геометрическая форма семейства линий тока, поле скоростей, давление, гравитационный потенциал. Существенно, что хотя поле скоростей в грушевидной фигуре нелинейное по координатам, вихрь этого поля от координат не должен зависеть. Лагранжево смещение, деформирующее цилиндр в грушевидную фигуру, имеет вид

$$\vec{\xi}(\vec{x})=S_0\left\{\left[1-\frac{4n}{3(1-n^2)}x_1^2-\frac{4(2-3n^2)}{3n(1-n^2)}x_2^2\right]\vec{i}_1+\frac{8n}{3(1-n^2)}x_1x_2\vec{i}_2\right\}. \qquad /4/$$

Выведено уравнение

$$f^2=\frac{(3n-1)(3n^2+1)(1+n^2)^2}{2n^2(3n^3+9n^2-3n-1)} \qquad /5/$$

для нахождения нейтральных точек /здесь $f=\zeta/\Omega$, $n=\frac{a_2}{a_1}$ /.

3. По аналогичной схеме исследованы и объёмные грушевидные фигуры с внутренними течениями. Исходные конфигурации-это S - эллипсоиды Римана с двумерным течением жидкости. Однако здесь в результате деформации поле скоростей уже не будет двумерным и вихрь этого поля ещё и зависит от координат. В свете наших результатов работа японских авторов [3], в которой проводится численный анализ неэллипсоидальных фигур с внутренними течениями, оказывается в корне ошибочной, т.к. эти авторы совершенно необоснованно считают, что деформация не нарушит двумерность поля скоростей и однородность вихря. Кроме того, тщательный анализ показал, что в книге [I] на стр.130 в формулах для гравитационного потенциала /52/ и /53/ пропущены некоторые члены, в результате чего оказывается неверной и формула /58/ для лагранжева смещения.

I. С.Чандрасекхар, Эллипсоидальные фигуры равновесия, Мир, М., 1973.
2. Б.П.Кондратьев, Динамика эллипсоидальных гравитирующих фигур, Наука, М., 1989.
3. Y.Eriguchi, I. Hachisu, Astron. Astrophys., 142, 256, 1985.