

530.12:51

дур Т.А.

Релятивистское движение вращающегося тела в среде.

Представляет теоретический и практический интерес решение следующей задачи. Гравитационное поле создается массивным центральным телом (например, Солнцем) вместе с окружающим его газопылевым шаром. Движение вращающегося легкого тела в таком гравитационном поле описывается, как известно, тензорной системой уравнений Папалетру :

$$\frac{D}{ds}(mu^\alpha + u^\beta \frac{DS^{\alpha\beta}}{ds}) + \frac{1}{2} R^\alpha{}_{\rho\mu\nu} u^\rho S^{\mu\nu} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{DS^{\alpha\beta}}{ds} + \frac{u^\alpha}{u^0} \frac{DS^{\beta 0}}{ds} - \frac{u^\beta}{u^0} \frac{DS^{\alpha 0}}{ds} = 0, \quad \alpha, \beta, \mu, \nu = 0, 1, 2, 3 \quad (2)$$

где D означает ковариантное дифференцирование в римановом пространстве, описываемом метрикой $ds^2 = g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta$ и тензором кривизны $R^\alpha{}_{\rho\mu\nu}$; $S^{\alpha\beta}$ является антисимметрическим тензором, ответственным за вращение тела, релятивистская масса которого равна m ; $u^\alpha \equiv dx^\alpha/ds$; $x^\alpha(s)$ - координаты центра масс вращающегося тела; $s = ct$, где t - время по часам бесконечно удаленного неподвижного наблюдателя, c - скорость света в вакууме.

Система (1), (2) является системой нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка относительно неизвестных функций $x^\alpha(t)$, $S^{\alpha\beta}(t)$. Получить точное решение такой системы в общем виде не удается. Но с помощью разработанного школой Эйнштейна-Инфельда аппроксимационного метода можно находить приближенные решения этой системы.

В настоящей работе с помощью этого метода с учетом некоторых дополнительных условий находится приближенное решение (в следующем за ньютоновским приближением) системы (1), (2) для сформулированной выше астрофизической задачи. В итоге находятся закономерности релятивистского поступательного и вращательного движений вращающегося тела, которые значительно отличают его от закономерностей ньютоновского движения. Возникают: дополнительное смещение перигелия орбиты, она из плоской превращается в пространственную, ось вращения тела приобретает релятивистскую прецессию и другие релятивистские эффекты. Делается численная оценка этих эффектов.

Если релятивистские добавки рассматривать как постоянно действующие силовые возмущения к ньютоновским уравнениям движения, то оказывается возможным сформулировать проблему устойчивости движения по Ляпунову. Оказывается, что в случае рассматриваемой задачи с учетом релятивистских добавок ньютоновское движение по ряду параметров является неустойчивым по Ляпунову.