ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ АСТЕРОИДОВ, ИСПЫТЫВАЮЩИХ СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА ЛИДОВА—КОЗАИ И ЭФФЕКТА ЯРКОВСКОГО

П. В. Скрипниченко, Э. Д. Кузнецов
Уральский федеральный университет

Исследована динамическая эволюция орбит астероидов, испытывающих влияние эффекта Лидова—Козаи при одновременном учете эффекта Ярковского. Были отобраны 160 астероидов, элементы орбит которых удовлетворяют условию существования либраций аргумента перигентра (необходимое условие проявления эффекта Лидова—Козаи). Для большинства объектов рассматривалось семь вариантов дрейфа большой полуоси под действием эффекта Ярковского: 0 , $\pm 1 \times 10^{-5}$, $\pm 1 \times 10^{-4}$, $\pm 1 \times 10^{-3}$ а. е./ (млн лет). В случаях если учет эффекта Ярковского приводил к существенным изменениям элементов орбит астероидов, количество вариантов дрейфа увеличивалось до 100 с равным шагом внутри интервала $(-1 \times 10^{-3}, +1 \times 10^{-3})$ а. е./ (млн лет). Рассмотрены тесные сближения (менее 0.1 а. е.) с планетами земного типа и менее 1 а. е. с планетами-гигантами.

DYNAMIC EVOLUTION OF ASTEROIDS EXPERIENCING THE COMBINED INFLUENCE OF THE LIDOV—KOZAI EFFECT AND THE YARKOVSKY EFFECT

P. V. Skripnichenko, E. D. Kuznetsov
Ural Federal University

© Скрипниченко П. В., Кузнецов Э. Д., 2020

This paper presents results of research of asteroids, which experienced the Lidov—Kozai effect with a different model of perturbation factors distinguished by drift velocity of semimajor axis, induced by the Yarkovsky effect. Dynamic properties of 160 asteroids which have orbital elements that fulfil the condition of libration of the argument of periapsis. Movement of objects was modeled with the use of the program Orbit9 from OrbFit software. Elements of nominal orbits of asteroids from AstDys database were used as initial in integrating, equations for movement of eight planets and Pluto were integrated jointly. For most objects, evolution variants contained seven values for the semimajor axis drift induced by the Yarkovsky effect $0, \pm 1 \times 10^{-5}, \pm 1 \times 10^{-4}, \pm 1 \times 10^{-3}$ au/Myr. Close approaching (less than 0.1 au) to terrestrial planets to outer planets (less than 1 au) was examined.

Исследована динамическая эволюция орбит астероидов, испытывающих влияние эффекта Лидова—Козаи при одновременном учете эффекта Ярковского. Рассмотрены сценарии эволюции, различающиеся скоростью дрейфа большой полуоси орбиты, обусловленного влиянием эффекта Ярковского. Были отобраны 160 астероидов, элементы орбит которых удовлетворяют условию существования либраций аргумента перигея g (необходимое условие проявления эффекта Лидова—Козаи): $c_1 < 0.6$ и $c_2 < 0$, где $c_1 = (1 - e^2) \cos^2 i$ и $c_2 = e^2(2/5 - \sin^2 i \sin^2 g)$ — интегралы Лидова—Козаи; e, i — эксцентриситет и наклон орбиты. Движение объектов моделировалось с помощью программы Orbit9 комплекса OrbFit. Элементы номинальных орбит астероидов из базы данных AstDys использовались в качестве начальных при интегрировании. Совместно интегрировались уравнения движения восьми больших планет и Плутона. Для большинства объектов рассматривалось семь вариантов дрейфа большой полуоси под действием эффекта Ярковского: $0, \pm 1 \times 10^{-5}, \pm 1 \times 10^{-4}, \pm 1 \times 10^{-3}$ а. е./ (млн лет). В случаях если учет эффекта Ярковского приводил к существенным изменениям элементов орбит астероидов, количество вариантов дрейфа увеличивалось до 100 с равным шагом внутри интервала $(-1 \times 10^{-3}, +1 \times 10^{-3})$ а. е./ (млн лет). Рассмотрены тесные сближения (менее 0.1 а. е.) с планетами земного типа и менее 1 а. е. с планетами-гигантами. Влияние эффекта Ярковского приводит к изменению условий сближения астероидов с планетами, что, в свою очередь, может приводить к изменению режима динамической эволюции астероидов, определяемого влиянием эффекта Лидова—Козаи.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-02-00015.