МИНОБРНАУКИ РФ
Российский фонд фундаментальных исследований
Национальный исследовательский Томский государственный университет
НИИ прикладной математики и механики Томского госуниверситета
Физико-технический факультет
Механико-математический факультет
Совет молодых учёных ТГУ

Международная молодежная научная конференция
«Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики»
17–19 ноября 2014 г., Томск

International Youth Scientific Conference
«Current issues of continuum mechanics and celestial mechanics – 2014»,
17–19 November, 2014



Томск-2014

ВЕКОВЫЕ РЕЗОНАНСЫ В ДИНАМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ ОБЪЕКТОВ ЗОНЫ СУПЕР-ГЕО
SECULAR RESONANCES IN DYNAMICAL EVOLUTION OF OBJECTS IN SUPER-GEO REGION

И.В. Томилова, А.Г. Александрова
I.V. Tomilova, A.G. Aleksandrova
Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики
Томского государственного университета
Research Institute of Applied Mathematics and Mechanics of Tomsk State University
irisha_tom@mail.ru, aleksann@sibmail.com

В данной работе рассматривается влияние вековых резонансов на долговременную орбитальную эволюцию объектов расширенной зоны супер-ГЕО. Под объектами зоны супер-ГЕО обычно подразумевают такие объекты, перигеи орбит которых находятся выше геостационарной зоны на 235 км выше [1].

В работах [2–4] было показано, что вековые резонансы явление весьма распространенное в околоземном орбитальном пространстве. Они оказывают заметное влияние на долговременную орбитальную эволюцию околоземных объектов. При наложении этих резонансов на орбитальные (тессеральные) резонансы, а также при совместном действии нескольких вековых резонансов возможно возникновение хаотичности в движении объектов.

В данном исследовании используется методика, предложенная в [2] и дополненная анализом связанных с вековыми резонансами критических аргументов. Анализ эволюции критического аргумента позволяет определить, является ли действие данного векового резонанса устойчивым.

Методика исследований состоит из трех частей: аналитического способа выявления вековых резонансов [2], численного моделирования долговременной орбитальной эволюции с помощью программного комплекса «Численная модель движения систем ИСЗ» [7] и MEGNO-анализа орбитальной эволюции объектов [8].

Под расширенной зоной супер-ГЕО в настоящем исследовании понимается область орбитального пространства в диапазоне больших полуосей от 45000 до 60000 км и в диапазоне наклонений от 0 до 90°. Именно этой области околоземного пространства и посвящены наши исследования. Шаг по большой полуоси был выбран равным 200 м, а по наклонению – 1°. Эксцентриситет был выбран равным 0,001. Для каждой модельной орбиты, полученной таким образом, были сделаны оценки величин всех 29 резонансных соотношений [6]. Среди этих резонансных соотношений были выделены все, переходящие через нулевое значение. Кроме того была исследована эволюция всех критических аргументов, соответствующих данным вековым резонансам.

Результаты показывают, что в интервале наклонений от 0 до 50° совместное влияние устойчивых нодально-апсидальных вековые резонансов не приводит к нарушению регулярности движения. Начиная с наклонений, равных 55°, на движение объектов начинает действовать резонанс Лидова–Козаи, что приводит к резкому возрастанию эксцентриситетов орбит.

Критический аргумент резонанса Лидова-Козаи имеет устойчивую либрационную эволюцию во всем диапазоне рассматриваемых больших полуосей, и в диапазоне наклонений от 55 до 90°. Это говорит о том, что в этой области орбитального пространства имеет место устойчивое равновесие в действии на вековое движение перицентров орбит объектов трех возмущающих факторов: сжатия Земли и притяжения Луны и Солнца. Хаотичность вызывается наложением на устойчивый вековой резонанс одного или нескольких резонансов, для которых критический аргумент меняет либрационный характер изменения на циркуляционный и обратно.

Литература

1. *Flury W.* [et al]. Searching for small debris in the geostationary ring // ESA Bulletin. 2000. Vol. 104. P. 92–100.
2. *Бордовицына Т.В., Томилова И.В., Чувашов И.Н.* Вековые резонансы как источник возникновения динамической хаотичности в долговременной орбитальной эволюции неуправляемых объектов спутниковых радионавигационных систем // Астрон. вест. 2012. Т. 46. № 5. С. 356–368.
3. *Томилова И.В., Чувашов И.Н., Бордовицына Т.В.* Вековых резонансы как источник хаотичности в движении околоземных космических объектов по почти круговым орбитам // Изв. вузов. Физика. 2013. Т. 56. № 10/2. С. 159–165.
4. *Бордовицына Т.В., Томилова И.В., Чувашов И.Н.* Вековые резонансы как источник возникновения динамической хаотичности в долговременной орбитальной эволюции неуправляемых объектов спутниковых радионавигационных систем // Астрон. вест. 2014. Т. 48. № 4. С. 280–289.
5. *Бордовицына Т.В.* [и др.] Численное моделирование движения систем ИСЗ в среде параллельных вычислений // Изв. вузов. Физика. 2009. Т. 52. № 12/2. С. 5–11.
6. *Бордовицына Т.В., Александрова А.Г., Чувашов И.Н.* Комплекс алгоритмов и программ для исследования хаотичности в динамике искусственных спутников Земли // Изв. вузов. Физика. 2010. Т. 53. № 8/2. С. 14–21.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЗИСНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ МЕТЕОРОВ НА ЗЕМЛЕ
MODELLING OF DOUBLE-STATION METEOR OBSERVATIONS ON THE EARTH

Н.С. Худяшев
N.S. Khudyashev
Национальный исследовательский Томский государственный университет
National Research Tomsk State University
khudyashev@icloud.com

Базисные наблюдения метеоров с целью определения их орбит ведутся с двух или более станций, направленных на заранее вычисленную точку