

* *
*

УДК 521.1, 521.182

DOI: 10.17223/00213411/65/3/72

К ВОПРОСУ О НЕЛИНЕЙНОСТИ ЗАДАЧИ ОЦЕНИВАНИЯ ОРБИТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ АСТЕРОИДОВ С МАЛЫМИ ПЕРИГЕЛИЙНЫМИ РАССТОЯНИЯМИ*

О.Н. Летнер¹, Т.Ю. Галушина¹, С.А. Гурьянов^{1,2}

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

² *УМВД России по Томской области, г. Томск, Россия*

Представлены результаты определения степени нелинейности задачи оценивания начальных орбитальных параметров астероидов с малыми перигелийными расстояниями. Для 53 астероидов, известных на сентябрь 2021 г., получены значения показателя нелинейности χ , который позволил оценить нелинейность как слабую, умеренную или сильную. Расчет параметра основан на вычислении и сравнении значений целевой функции задачи наименьших квадратов (НК) в вершинах доверительного эллипсоида. Исследование показало, что для большинства астероидов (46 объектов) нелинейность слабая, для шести – умеренная и для одного объекта нелинейность определяется как сильная. Если нелинейность умеренная или сильная, для получения наиболее адекватного прогноза движения астероидов рекомендуется использовать нелинейные методы построения начальной области. Для астероидов с разной степенью нелинейности построены начальные вероятностные области с помощью линейного метода и метода возмущенных наблюдений. Для четырех астероидов прослежена эволюция линейной и нелинейной начальных областей и проведен сравнительный анализ поведения их со временем.

Ключевые слова: оценка нелинейности, астероиды с малыми перигелийными расстояниями, вероятностная эволюция.

Введение

Прогнозирование движения астероидов является неотъемлемым этапом решения важных задач по предупреждению астероидной опасности. Особенно актуально подобное исследование для астероидов, имеющих малые перигелийные расстояния. По состоянию на сентябрь 2021 г. известно 53 таких астероида. Объекты этого класса имеют перигелийные расстояния, не превышающие 0.15 а.е., и довольно вытянутые орбиты. В силу таких особенностей астероиды способны подходить к Земле незамеченными со стороны Солнца, в то время как достоверный прогноз их движения может способствовать своевременному выявлению вероятной опасности для Земли, исходящей от этих объектов. В таких случаях обычно рассматривают вероятностную орбитальную эволюцию астероидов. Эта задача включает в себя два основных этапа: построение области вероятных значений начальных параметров и отображение полученной области во времени. Первый этап требует особого внимания, так как выбор способа построения начальной области при решении задачи оценивания зависит от степени ее нелинейности.

Работа посвящена исследованию нелинейности задачи оценивания орбитальных параметров всех астероидов, имеющих малые перигелийные расстояния. В ходе выполнения работы получены результаты оценки степени нелинейности задачи для рассматриваемых объектов, построены начальные вероятностные области линейным и нелинейным методами для астероидов с разной степенью нелинейности, а также прослежена эволюция этих областей. Проведенное исследование позволило сравнить поведение вероятностных областей и оценить, как сильно влияет способ выбора построения начальной области на прогнозирование движения исследуемых объектов.

1. Определение нелинейности задачи оценивания начальных орбитальных параметров астероидов с малыми перигелийными расстояниями

При построении области вероятных значений начальных параметров астероидов встает вопрос выбора способа формирования этой области, так как он напрямую связан со степенью нелинейности задачи оценивания [1]. Как правило, проблема сильной нелинейности возникает, когда астероид имеет небольшое число наблюдений, распределенных на короткой орбитальной дуге.

* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 0721-2020-0049).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>