

УДК 629.78

Концепт расчета схем перелета космического аппарата с гало-орбиты к потенциально опасным астероидам

Пупков Максим Владимирович^{1,2(*)}

m.pupkov@iki.rssi.ru

Эйсмонт Натан Андреевич¹

NEismont@iki.rssi.ru

Старинова Ольга Леонардовна²

solleo@mail.ru

Федяев Константин Сергеевич¹

ksfedyaev@gmail.com

¹ ИКИ РАН, Москва, Россия² Самарский университет, Самара, Россия

Аннотация. В работе предложен подход к построению малозатратных с точки зрения расхода топлива траекторий перелета космического аппарата с исходной орбиты в окрестности солнечно-земной точки либрации L_2 к потенциально опасным астероидам Апофис и 2001 WN₅. Приведены примеры расчета таких схем для современных действующих космических обсерваторий и телескопов. Показано, что во всех случаях аппараты не покидают область, ограниченную сферой влияния Земли по Кислику, а после достижения исследуемого астероида могут вернуться в окрестность исходной гало-орбиты.

Ключевые слова: солнечно-земные точки либрации, гало-орбиты, потенциально опасные астероиды, инвариантные многообразия, сфера влияния Земли

Введение. Солнечно-земные точки либрации представляют огромный научный интерес для различного рода космических миссий. Вблизи точки L_1 в большинстве своем функционируют спутники для наблюдения за Солнцем, а около точки L_2 располагаются космические обсерватории и телескопы. Однако особенности движения по ограниченным орбитам вокруг точек либрации, а также по связанным с ними инвариантным многообразиям открывают возможность рассматривать эти области космического пространства для решения еще одного немаловажного типа задач, а именно для изучения потенциально опасных астероидов. Работа посвящена разработке концепта для расчета схем перелета космических аппаратов (КА) к сближающимся с Землей астероидам с орбит около солнечно-земных точек либрации.

Материалы и методы; результаты. Расчеты проводились в программном комплексе NASA GMAT [1], позволяющим численно интегрировать дифференциальные уравнения движения КА в полной модели сил. В качестве исходных были выбраны гало-орбиты аппаратов James Webb Space Telescope [2], Euclid [3] и Спектр-РГ [4], которые в данный момент функционируют вблизи точки либрации L_2 системы Солнце — Земля. В результате построения инвариантных многообразий, связанных с данными орбитами, были выявлены траектории, при движении по которым эти КА могут сближаться с потенциально опасными астероидами Апофис и 2001 WN₅ [5]. На основе анализа полученных траекторий были рассчитаны импульсы, необходимые

для пролета указанных небесных тел на минимальном расстоянии. Также были рассчитаны траектории, приводящие к ограниченным орбитам в окрестности солнечно-земной точки либрации L_2 , после достижения астероидов Апофис и 2001 WN₅. Суммарные затраты характеристической скорости во всех случаях не превышают 50 м/с.

Заключение. Таким образом, предложена методика для построения перелетных траекторий к потенциально опасным астероидам с последующим возвратам в окрестность исходной гало-орбиты.

Список источников

- [1] *General Mission Analysis Tool*. URL: <https://sourceforge.net/projects/gmat/> (дата обращения 21.11.2024).
- [2] Gardner J., Mather J., Abbott R. et al. The James Webb Space Telescope Mission. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 2023, vol. 135, iss. 1048, pp. 1–29. <https://doi.org/10.1088/1538-3873/acd1b5>
- [3] Racca G., Laureijs R., Stagnaro L. et al. The Euclid mission design. *Space Telescopes and Instrumentation 2016: Optical, Infrared, and Millimeter Wave*, 2016, vol. 9904, pp. 1–23. <https://doi.org/10.1117/12.2230762>
- [4] Эйсмонт Н.А., Коваленко И.Д., Назаров В.Н. и др. Управление орбитальным движением и ориентацией космической обсерватории Спектр-Рентген-Гамма. *Письма в астрономический журнал*, 2020, т. 46, № 4, с. 292–303. <https://doi.org/10.31857/S0320010820040051>
- [5] *NEO Earth Close Approaches*. URL: <https://cneos.jpl.nasa.gov/ca/> (дата обращения 21.11.2024).