

1. Автор: Зубко Владислав Александрович (младший научный сотрудник, отдел 58)

2. Название работы: Цикл работ: Применение гравитационных маневров для исследования Венеры и других небесных тел Солнечной Системы

3. Ссылки на публикацию:

1. Eismont, Natan, **Zubko Vladislav** et al. "Expansion of landing areas on the Venus surface by using resonant orbits in the Venera-D project." *Acta Astronautica* (2022).
2. **Zubko, Vladislav**. "The fastest routes of approach to dwarf planet Sedna for study its surface and composition at the close range." *Acta Astronautica* 192 (2022): 47-67.
3. **Zubko, V. A.**, Sukhanov, A. A., Fedyaev, K. S., Koryanov, V. V., & Belyaev, A. A. (2021). Analysis of mission opportunities to Sedna in 2029–2034. *Advances in Space Research*, 68(7), 2752-2775.
4. **Zubko, Vladislav**, and Andrey Belyaev. "Possible space mission to the trans-Neptunian object 2012 VP113." *Journal of British Interplanetary Sciences*, 74 (2021): 358-366.
5. Eismont, Natan A., **Zubko, Vladislav A.** et al. "Gravity assists maneuver in the problem of extension accessible landing areas on the Venus surface." *Open Astronomy* 30.1 (2021): 103-109.
6. **В. А. Зубко**, А. А. Суханов, К. С. Федяев [и др.] Анализ оптимальных траекторий перелета к транснептуновому объекту (90377) Седна // Письма в Астрономический журнал. – 2021. – Т. 47. – № 3. – С. 220-228. – DOI 10.31857/S0320010821030104.

4. Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность:

Гравитационные маневры в настоящее время являются мощным средством, позволяющим существенно расширить возможности современных космических аппаратов, увеличивая их скорость без затрат топлива, за счет облета небесных тел и использования их гравитационных полей. Применение одного или нескольких гравитационных маневров дает возможность существенно увеличить массу полезной нагрузки при реализации миссии, и даже эффективно решать задачи, ранее считавшиеся нереализуемыми.

Работа посвящена использованию гравитационных маневров при реализации космических миссий в рамках перспективных направлений космических исследований: изучение планет и спутников Солнечной системы, объектов дальнего космоса, парирование космических угроз.

5. Конкретная решаемая в работе задача и ее значение:

Гравитационные маневры в задаче расширения достижимых областей посадки на поверхности Венеры. В исследовании, участие в котором принимали и авторы настоящей заявки, предлагается использовать новый подход, позволяющий обеспечить посадку спускаемого модуля в любую точку поверхности Венеры. Основой этого подхода является использование гравитационного поля планеты для перевода космического аппарата на гелиоцентрическую орбиту, резонансную в соотношении 1:1 с орбитой Венеры, и последующего возвращения в исходное положение через один венерианский год, когда доступной для посадки окажется уже другая часть поверхности.

Гравитационные маневры в задаче полета к транснептуновому объекту Седна. Применение гравитационных маневров позволяет существенно расширить технические возможности исследований дальних областей космоса, достичь небесных тел, к которым

прямой перелет осуществить не удастся. Одним из таких небесных тел является транснептуновый объект (90377) Седна, представляющий немалый интерес, прежде всего, за счет своей орбиты. Ранее в ряде работ зарубежных авторов рассматривался вопрос о возможности перелета к Седне и ее изучения космическим аппаратом с близкого расстояния. Однако для реализации даже наилучшего с точки зрения затрат топлива сценария перелета, полученного в этих работах, требовался суммарный запас характеристической скорости 7,42 км/с при продолжительности перелета 25 лет. В связи с этим возникает задача поиска оптимальных траекторий перелета к Седне, обеспечивающих достижение Седны за как можно меньшее время, с другой стороны, удовлетворяя ограничениям по суммарной характеристической скорости. Авторы заявки провели детальное исследование и оптимизацию возможных сценариев перелета.

6. Используемый подход, его новизна и оригинальность:

Для проведения исследований использовались хорошо известные методы: задача Ламберта, метод склеенных конических сечений, гравитационные маневры, генетический алгоритм и т.д. Однако применение хорошо известных и проверенных методик позволило получить существенно лучшие результаты, чем полученные в других работах, а также получить принципиально новые результаты, в частности касающиеся полета к Седне.

Была разработана принципиально новая методика построения траектории полета к планете с обеспечением посадки в заданной области на ее поверхности. Методика основана на использовании гравитационного маневра, требуемого для перевода КА на резонансную с орбитой планеты траекторию, приводящую КА к посадке в заданной области.

7. Полученные результаты и их значимость:

Исследование показало, что применение нового подхода позволяет обеспечить радикальное расширение достижимых областей посадки, а также обеспечить доступ к любой точке на поверхности Венеры за счет увеличения продолжительности перелета и небольшого увеличения затрат характеристической скорости. Автор заявки занимался проведением расчета достижимых областей посадки, также для расчетов был создан отдельный программно-математический комплекс. Результаты работы были представлены на более, чем 10-ти конференциях, в том числе международных. Работа получила приз на глобальной конференции по вопросам освоения космического пространства “Global Space Exploration Conference 2021” проводимой международной астронавтической федерацией (МАФ).

Статья [3] из списка работ, была удостоена премии COSPAR для молодых ученых на очередной ассамблее комитета в г. Афины (Греция) в 2022 году.

В результате были предложены новые варианты использования гравитационных маневров и разработаны схемы перелета к Седне, требующие суммарных затрат характеристической скорости не более 5 км/с при том же времени перелета, что примерно на 40% лучше, чем в зарубежных работах. Результаты работы были опубликованы в ведущих мировых изданиях Acta Astronautica (UK, Elsevier), Advances in Space Research (UK, Elsevier), Astronomy Letters (Springer) и находятся в печати в журнале Advances in the Astronautical Sciences (USA). Представлялись на всероссийской научно-технической выставке «Политехника» в МГТУ им. Н.Э. Баумана, по результатам которой, работа заняла 3-е место. Также полученные результаты представлялись на более, чем 10

международных конференциях, доклад по данной теме также включен в программу 73-го Международного астронавтического конгресса (73-nd IAC).