

ОРБИТАЛЬНАЯ ФОТОГРАММЕТРИЯ КАК МЕТОД СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖЕНИЕМ КА В ОКОЛОЛУННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

М.И. Шпекин, Р.Ю. Фазлетдинова

Казанский федеральный университет

MichaelS1@yandex.ru

Аннотация. Опыт авторской обработки снимков показал, что высоты КК над сферой стандартного радиуса удалось определить с погрешностями на уровне плюс-минус $40 \div 70$ метров. В докладе представлены графики движения КК над кратером, полученные по эфемеридным расчетам НАСА, а также графики построенные авторами по своим собственным измерениям. В докладе предпринята попытка проанализировать фактическое движение КК над кратером на предмет наличия отклонений в движении от невозмущенной траектории.

Введение

Надежная координатная привязка космического аппарата (КА) в окололунном пространстве играет важную роль в решении многих задач связанных с Луной. Самые распространенные из них включают координатную привязку одиночных снимков, привязку стереопар и стереомоделей, координатную привязку 3D-моделей, цифровых моделей, фотограмметрических сетей [1,2,6], посадочных площадок и другие задачи [5]. Особая роль отводится координатной привязке, когда планируется мягкая посадка автоматической станции, или еще более сложный вариант, когда предполагается посадка модуля с экипажем на борту.

Основной текст

Координатная привязка на окололунной орбите имеет свои особенности, в отличие от привязки КА на околоземной орбите. Важным отличием окололунной орбиты является ее удаленность от Земли. Расстояние почти в 400 тысяч км заметно ограничивает точность координатной привязки КА методом доплеровского слежения с Земли. Кроме того, будучи на окололунной орбите, КА примерно половину времени находится над обратной стороной Луны, когда нет прямой видимости с Земли. В такой ситуации слежение за спутником с Земли становится невозможным, а его селеноцентрические координаты определяются на основе прогноза движения. Тогда как для решения целого ряда задач орбитальной фотограмметрии требуются не теоретические, а фактические положения КА.

Измерения фотоснимков проводились на экране монитора в графической программе IrfanView с последующим переводом измеренных координат в систему координат снимка [7]. Координаты опорных кратеров в системе снимка, а также селеноцентрические координаты этих кратеров, снятые по картам Lunar QuickMap [3,4], служили в качестве исходных данных для решения обратной фотограмметрической засечки по всем измеренным снимкам.

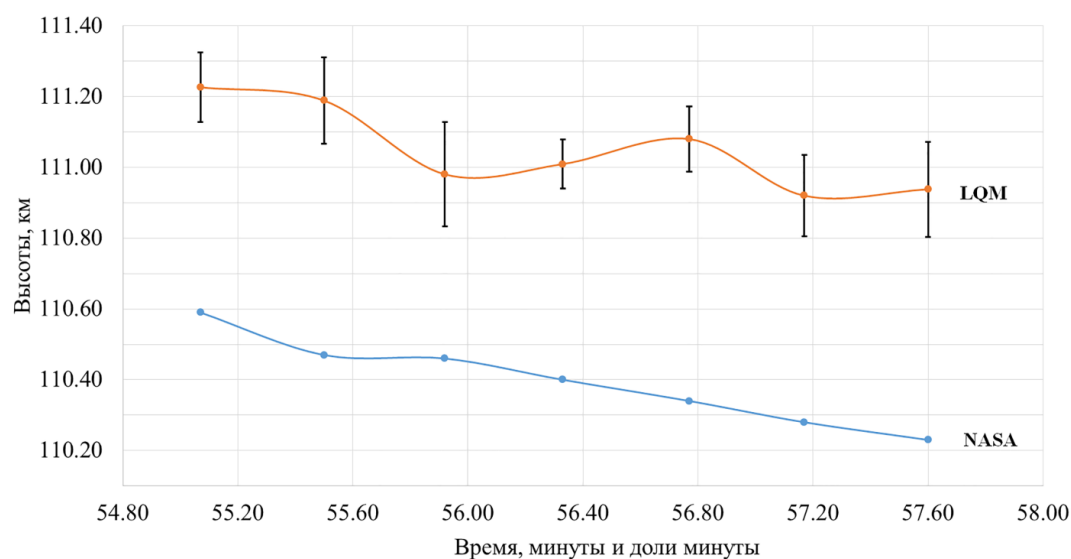


Рис.1 Движение КК «Аполлон-17» над кратером Циолковский 16 декабря 1972 года на 74 витке орбиты. Верхний график содержит высоты КК в моменты получения снимков, найденные авторами из привязки к опорным кратерам карты LQM. Нижний график включает высоты КК «Аполлон-17» рассчитанные в НАСА и опубликованные на сайте университета Аризоны [8].

В результате такого решения были найдены элементы внешнего ориентирования снимков вместе с их средними квадратическими погрешностями.

Выводы и результаты

Опыт авторской обработки снимков показал, что высоты КК над сферой стандартного радиуса удалось определить с погрешностями на уровне плюс-минус 40 ÷ 70 метров. В докладе представлены графики движения КК, над кратером, полученные по эфемеридным расчетам НАСА, а также графики построенные авторами по своим собственным измерениям.

В докладе предпринята попытка проанализировать фактическое движение КК над кратером на предмет наличия отклонений в движении от невозмущенной траектории

Литература

- [1] Aleksashin E.P., Timofeev Y.S., Shirenin A.M. Selenocentric coordinate system "Zond-8". Methods for constructing and cataloging the coordinates of reference points // Collection of scientific works of TsNIIGAiK. - M., TsNIIGAiK GUGK USSR, 1989. - 216 p.
- [2] Ziman Ya.L., Krasikov V.I., Rodionov B.N. Selenocentric coordinate system for the eastern sector of the far side of the Moon // Atlas of the far side of the Moon, Nauka, Moscow, 1975, pp. 52-58.
- [3] Lunar QuickMap [Электронный ресурс]. - <https://quickmap.lroc.asu.edu/>
- [4] Applied Coherent Technology Corp. <https://www.actgate.com/>
- [5] Shpekin M.I. "South Pole — Aitken" basin from first measurements ("Zond-6", 1968) to first landing of the lunar rover ("Chang'e-4", 2019) // INASAN Science Reports. Vol 5(3). M.: Janus-K, 2020, pp. 157-162. – DOI 10.26087/INASAN.2020.5.3.014. – EDN YKYGQZ.
- [6] Shpekin M.I. Relief of the marginal zone of the Moon in the area of the Orientale Mare // Deposited in VINITI Moscow Russia 18.05.83, № 2652-83, 51p.
- [7] Pashukov E.A. Measuring properties of orbital images of the Moon. Graduate work, Institute of Physics of Kazan Federal University, 2010, 49 p.
- [8] Apollo Image Archive <https://apollo.sese.asu.edu/> (вход 27 июля 2023).