

Орбитальная фотограмметрия высокого разрешения на примере моделирования избранных элементов рельефа в кратере Циолковский на Луне

М.И. Шпекин¹, Ч.Р. Мухаметшин¹, А.А. Семенов¹, Р.Р. Салимов¹

¹Казанский федеральный университет, Кремлевская 18, Казань, Россия, 420008

Аннотация

Представлены результаты 3D-моделирования элементов лунного рельефа в ударном кратере Циолковский на основе орбитальных снимков высокого разрешения. В работе использованы снимки, выполненные метрическими камерами в рамках программы «Аполлон» в 1971–1972 годах и доставленные на Землю экипажами «Аполлон-15» и «Аполлон-17». Обсуждаются возможности, которые открываются при изучении строения ударных кратеров на Луне с помощью трехмерных моделей. В частности, рассмотрены детали строения центральной горки кратера, топография дна кратера в районе наклонного плато к северу от центральной горки, а также рельеф территории в районе вулкана и его окрестностях. Обсуждаются проблемы вычислительного характера, связанные с большими затратами машинного времени при построении 3D-моделей. Рассмотрен вариант повышения производительности процесса построения моделей на основе вычислительного кластера. Результаты 3D-фотограмметрии кратера могут внести свой вклад не только в теорию ударного кратерообразования, но также найти применение прикладного характера, поскольку кратер Циолковский входит в число перспективных районов Луны для предстоящих экспедиций.

Ключевые слова

кратер Циолковский, 3D-модель, элементы лунного рельефа, фотограмметрия высокого разрешения, орбитальные снимки, программа Аполлон, космический корабль, лунные кратеры, ударные кратеры, затраты машинного времени, вычислительный кластер, фотограмметрическая станция

1. Введение

Предметом настоящего исследования выбран кратер Циолковский. Наш выбор продиктован несколькими причинами. Во-первых, это один из самых красивых лунных кратеров. Во-вторых, кратер Циолковский был открыт советским космическим аппаратом «Луна-3» на первых же снимках обратной стороны 7 октября 1959 года. В-третьих, авторы настоящей работы уже имеют некоторый опыт изучения этого кратера [1,2,3,4,6]. Не последнюю роль сыграли и два других обстоятельства. Это опубликованные сравнительно недавно оцифрованные копии орбитальных снимков кратера Циолковский, доставленные на Землю экипажами кораблей «Аполлон». А также новые возможности авторов, обусловленные созданием в КФУ современной лаборатории, оснащенной фотограмметрическими станциями [5].

Важным аргументом в пользу тщательного изучения кратера Циолковский является то, что это молодой ударный кратер, в котором обнаружены детали строения, которых нет ни в одном другом лунном кратере [1].

В качестве «основного инструмента» авторы выбрали точные методы орбитальной фотограмметрии, которые подходят для анализа снимков метрических камер кораблей «Аполлон». В целях изучения рельефа авторы предпочли алгоритмы и методы машинного

зрения, положенные в основу компьютерной программы «Агисофт фотоскан» петербургской фирмы «Геоскан».

Основные результаты, полученные авторами, состоят в том, что им удалось построить 3D-модели ряда элементов рельефа в кратере Циолковский. Это центральная горка кратера, область наклонного плато в северной части кратера, а также район днища кратера к северо-востоку от центральной горки, где расположен небольшой вулкан, впервые измеренный нами в 2009 году [6]. 3D-модели элементов рельефа, построенные с высоким разрешением, позволяют обследовать эти элементы с разных сторон. В сочетании со снимками высокого разрешения, такой подход открывает возможность обнаружить детали строения рельефа, которые либо не видны, либо просто не выделяются на самих одиночных снимках, поскольку снимки выполнены вертикальной камерой в одном ракурсе. Так, например, в ходе изучения центральной горки кратера посредством анализа построенной модели авторам удалось обнаружить сброс вещества значительных объемов с ее северного склона на днище кратера.

2. Заключение

Трёхмерные модели элементов лунного рельефа, созданные с высоким разрешением, сами по себе представляют существенный результат, поскольку их построение представляет весьма трудоемкую задачу. Опыт первых построенных моделей показал авторам возможности орбитальной фотограмметрии высокого разрешения по снимкам метрической камеры кораблей «Аполлон-15, -17». В частности, авторы пришли к выводу, что для создания моделей высокого разрешения по названным снимкам недостаточно мощности одной фотограмметрической станции, поскольку это приводит к большим затратам машинного времени. Авторы на собственном опыте убедились, что построение одной и той же 3D-модели, выполняется в 10 раз быстрее, если обработка организована на вычислительном кластере их трех фотограмметрических станций.

3. Благодарности

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

4. Литература

- [1] Shpekin, M.I. Impact craters Tsiolkovsky and Aitken as objects of search for residual water on the Moon / M.I. Shpekin, A.A. Barenbaum // The Fourth Moscow Solar System Symposium, Space Res. Inst., Moscow. – 2013. – P. 31-33.
- [2] Barenbaum, A.A. About Age of the Lunar Surface / A.A. Barenbaum, M.I. Shpekin // Vestnik Otdelenia nauk o Zemle RAN. – 2011. – Vol. 3. – P. NZ6011. DOI:10.2205/2011NZ000141.
- [3] Shpekin, M.I. Expedition to the «Tsiolkovsky» crater: goals, tasks and prospects / M.I. Shpekin, A.A. Barenbaum, R.T. Ferreyra, Ch.R. Mukhametshin, A.A. Semenov // Actual problems of aviation and aerospace systems: processes, models, experiment. – 2018. – Vol. 23 (1). – P. 61-71.
- [4] Шпекин, М.И. Один маленький шаг (к 40-летию высадки человека на Луне). – Казань, 2009. – 9 с.
- [5] Шпекин, М.И. Орбитальная фотограмметрия в учебном процессе в Казанском федеральном университете (результаты, проблемы, перспективы) / М.И. Шпекин, В.М. Безменов // Первая Всероссийская конференция по космическому образованию «Дорога в космос». ИКИ РАН, Москва. – 2019. – С. 410-413.
- [6] Шпекин, М.И. О природе эндогенной активности в кратере Циолковский на Луне / М.И. Шпекин, А.А. Баренбаум // Материалы 17-й всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых. – Екатеринбург, 2011. – С. 476-477.