

МИИГАиК

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ

МИКРОРЕЛЬЕФ МАРСА

ПО ДАННЫМ БЕСПИЛОТНОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО
ВЕРТОЛЕТА INGENUITY (2021-2024)

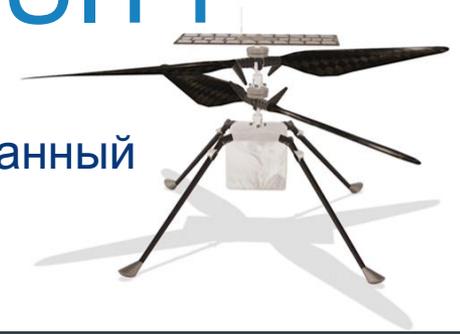
Комплексная лаборатория
исследования внеземных
территорий
МИИГАиК

А.Э. Зубарев, И.Е. Надеждина, Н.А. Слодарж,
Н.А. Козлова, И.П. Карачевцева



Изобретательность - INGENUITY

Ingenuity (18/04/21 – 18/01/24) – беспилотный роботизированный вертолет НАСА в составе экспедиции «Марс-2020»



Perseverance's Location Latest Drive: Sol 1068 | Total Distance 15.47 miles / 24.89 km



INGENUITY NAVCAM and RTE

Sensor	Omnivision OV7251	Sony IMX214
Focus, mm	2.812	13.350
Pixel size, mkm	7.2	7.2
Image size	640x480	4208x3120
dx / dy, mm	0.1825 / -0.0791	0.543 / 0.216

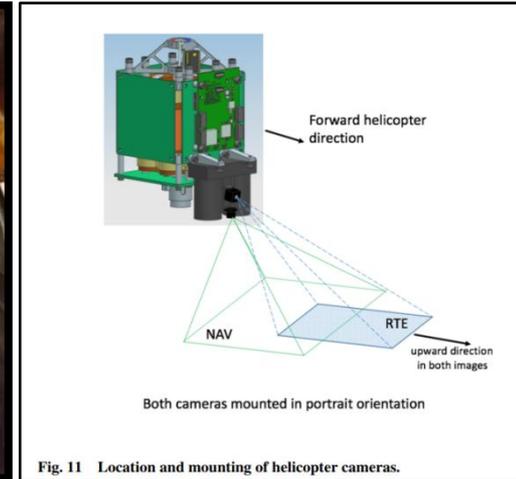
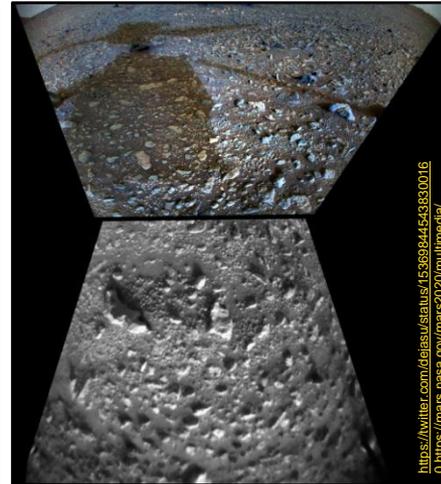
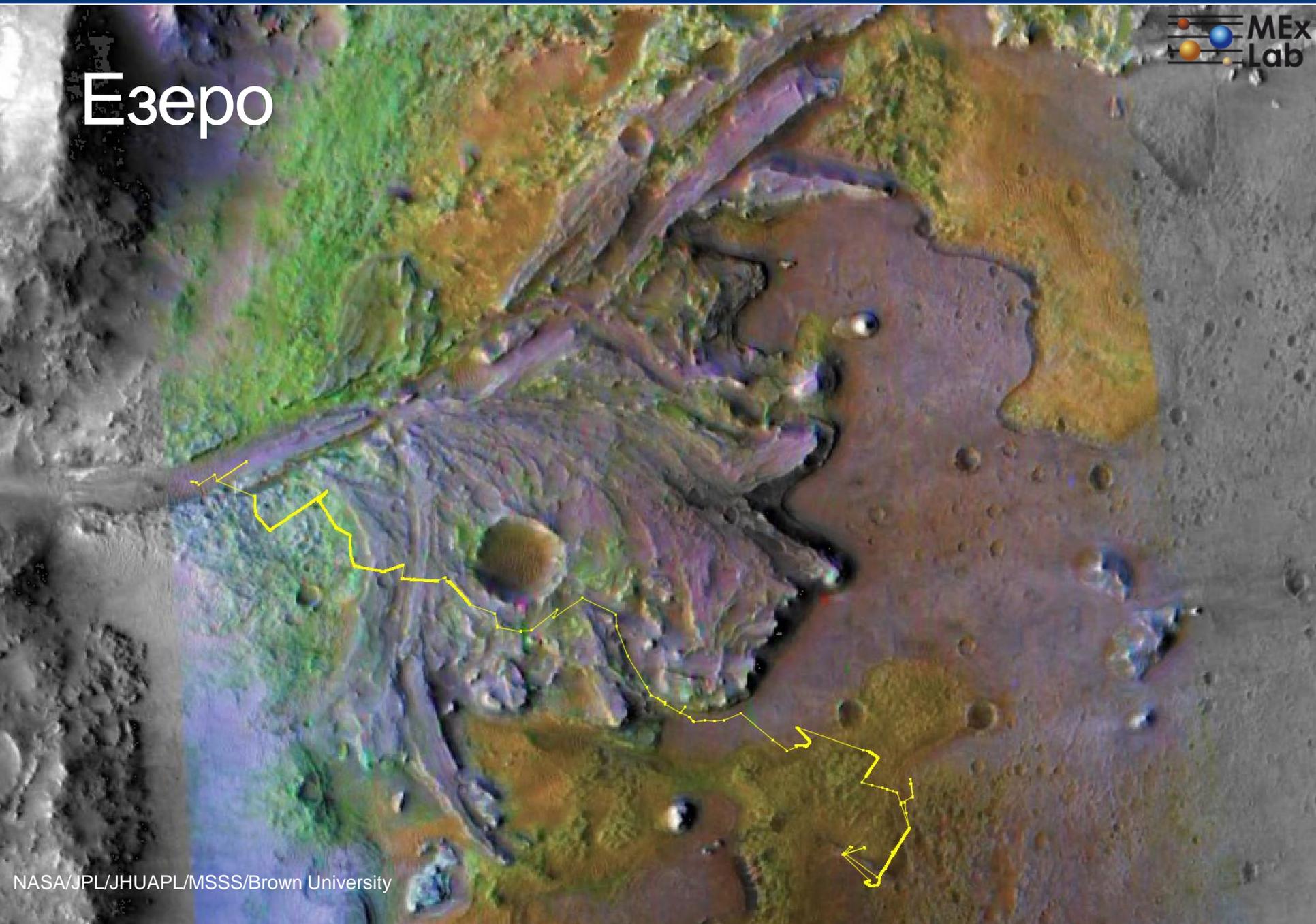


Fig. 11 Location and mounting of helicopter cameras.

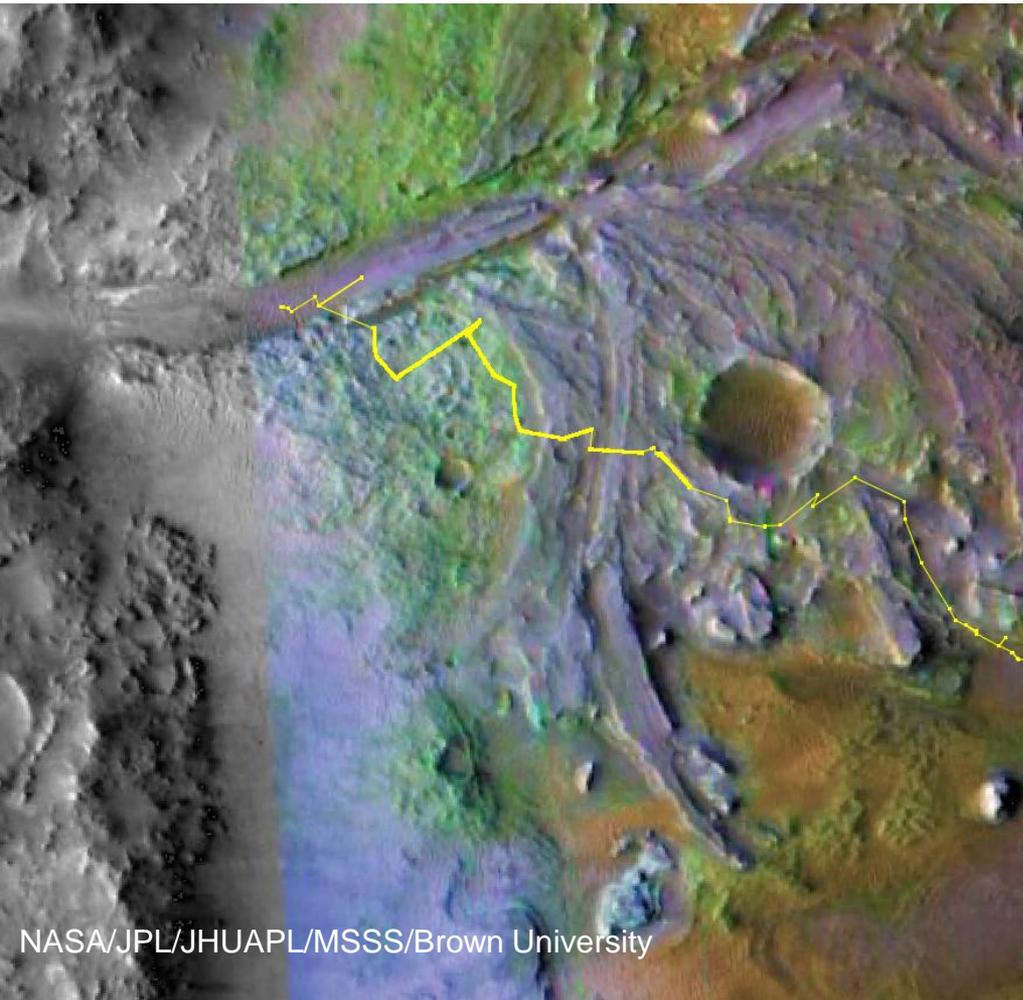
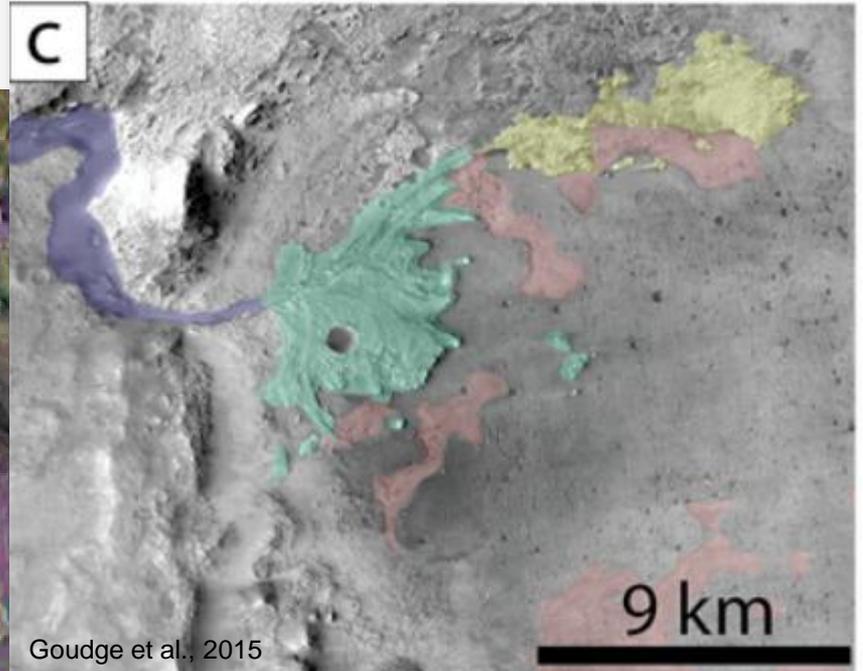


- Количество полётов: **72** (суммарно **17 км** дистанции);
- Средняя высота полета: 10 метров;
- Передано изображений на Землю: с навигационной камеры **13 945** с обзорной камеры **642**

Езеро

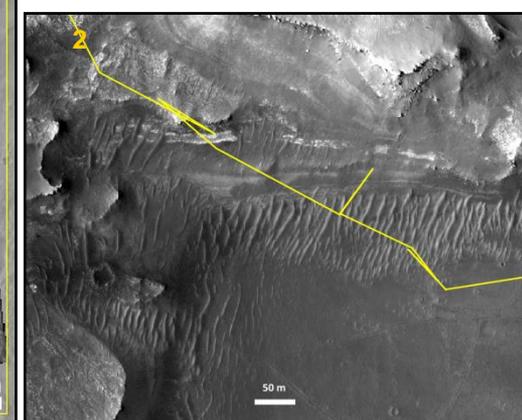
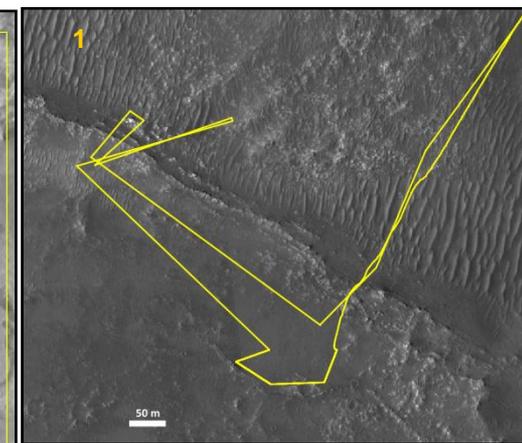
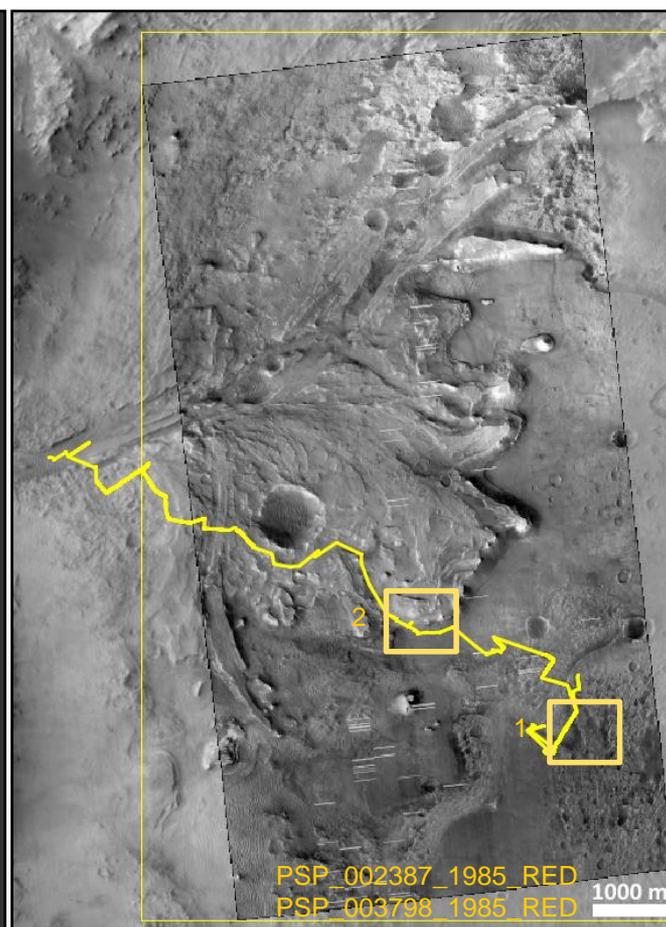
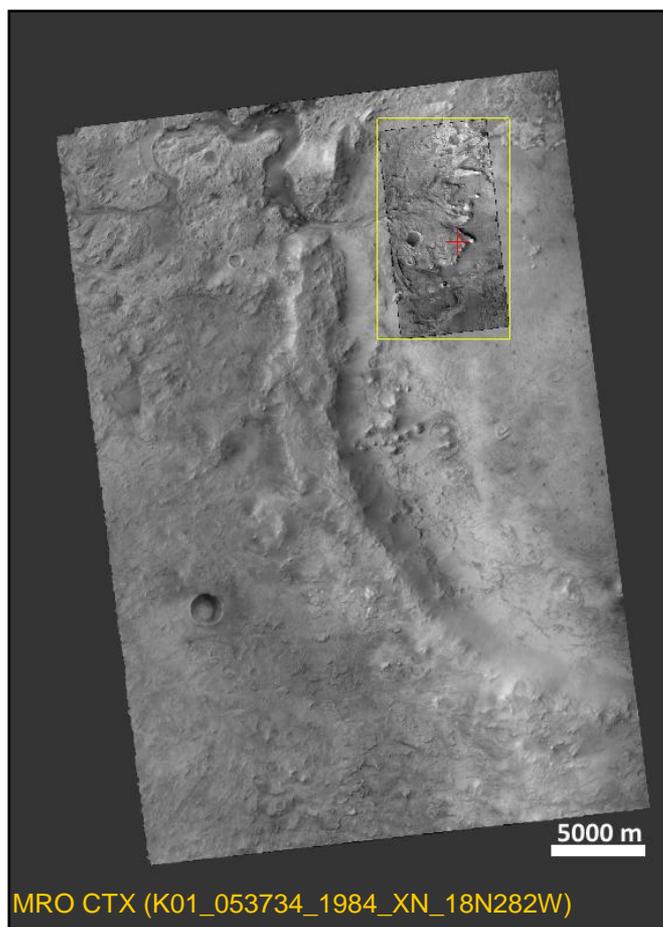


Езеро

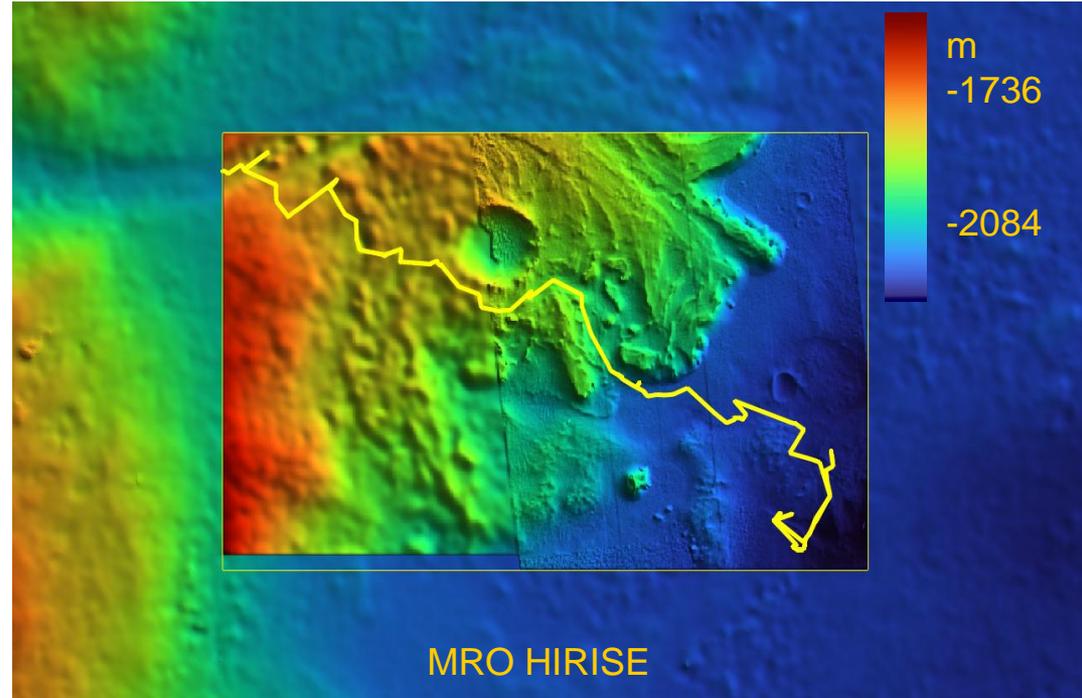
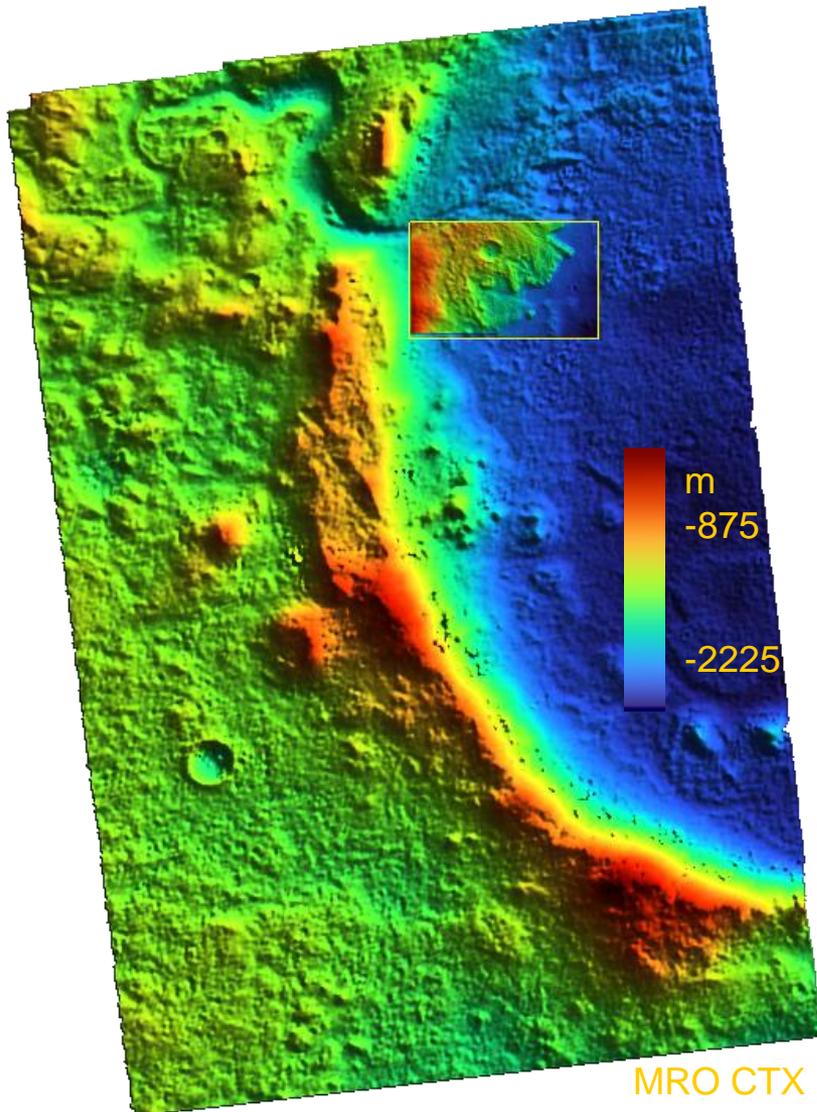


Предварительная обработка межвиткового стерео с КА MRO «HIRISE» и «CTX».

Ортомозаики



Построение рельефа на район полетов

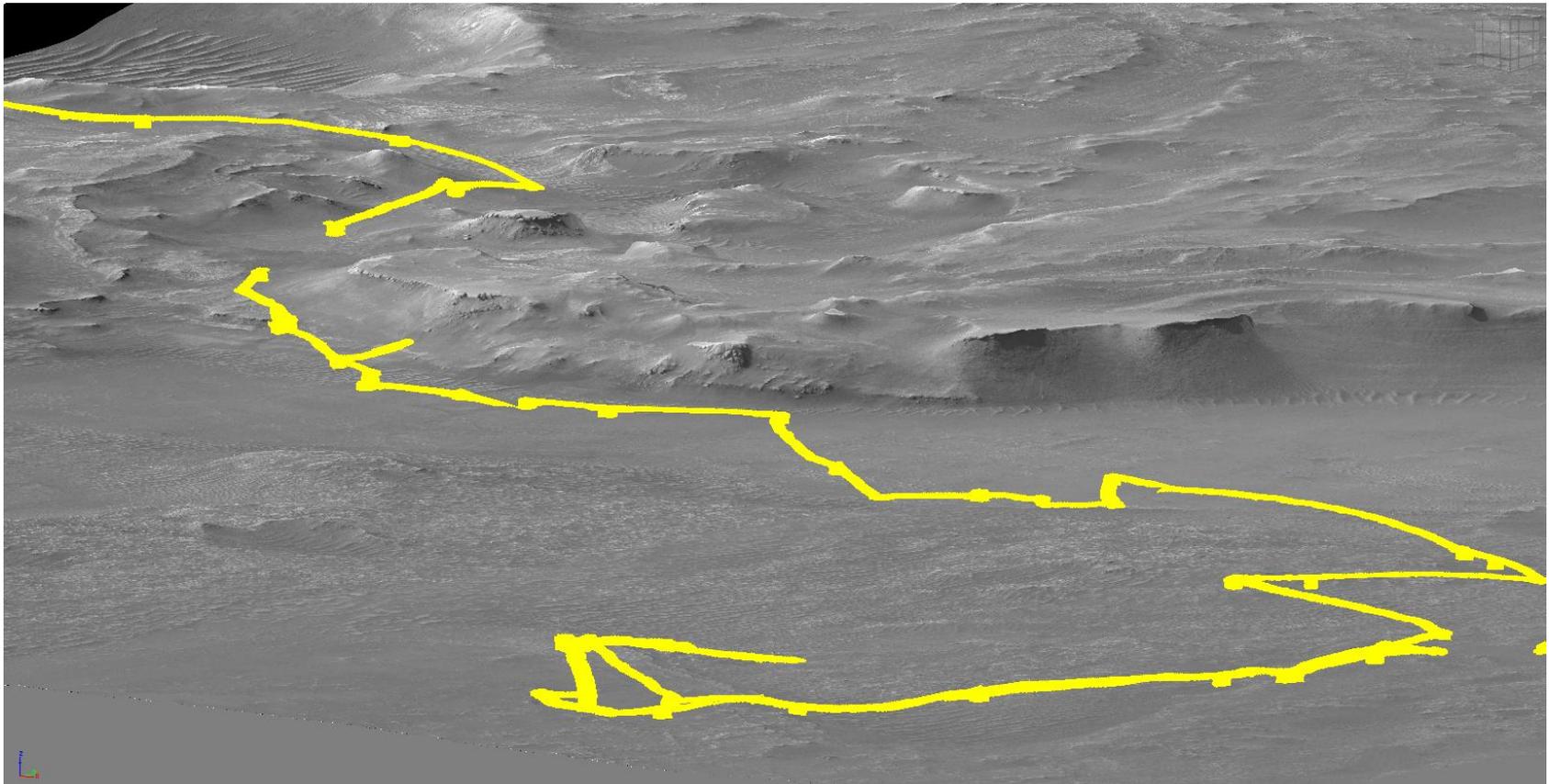


MRO CTX: размер пикселя – 5 м

MRO HIRISE: размер пикселя – 0.5 м

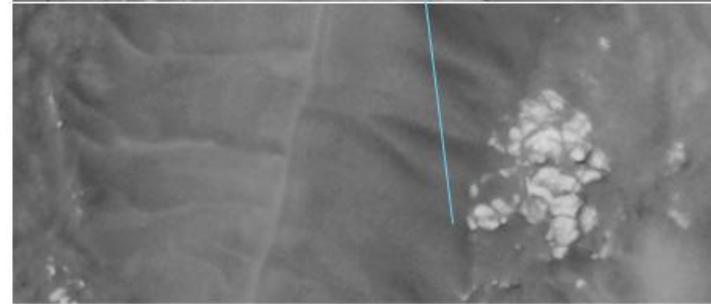
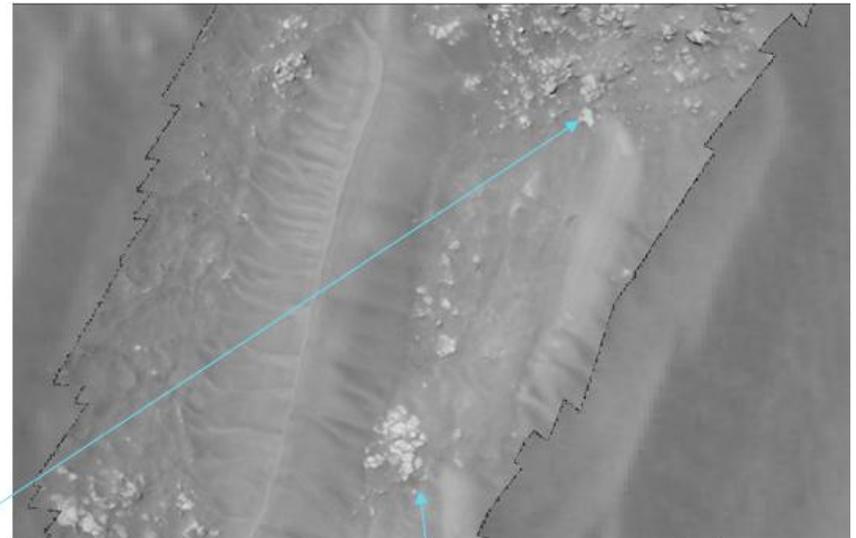
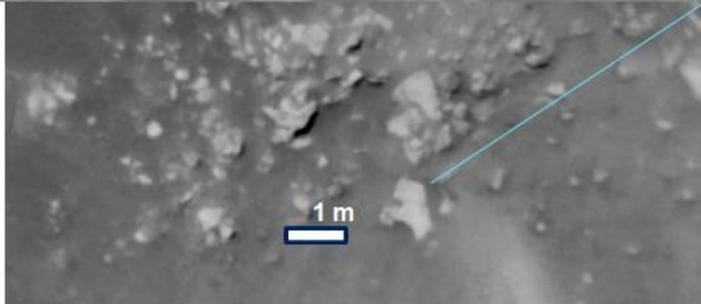
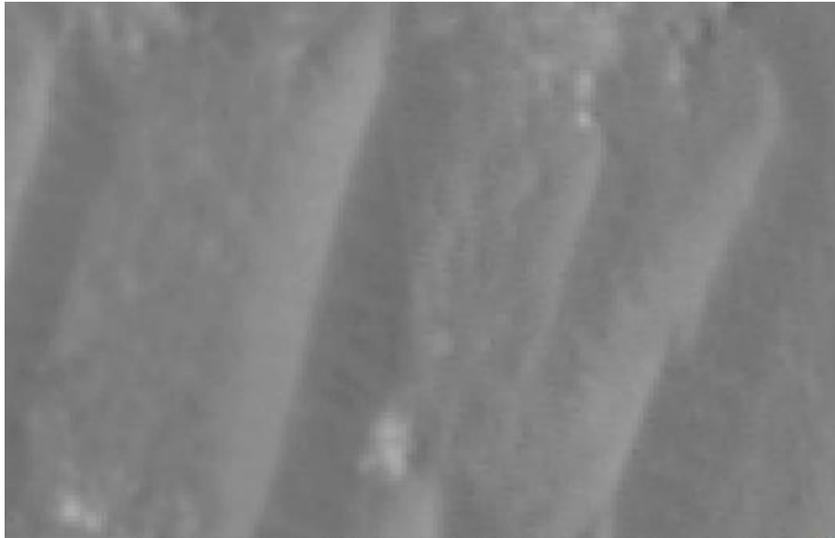
Схема полетов INGENUITY с посадками и взлетами

- Обработано 10633 изображений из 66 полетов.
- Автоматическое измерение связующих точек (более 820 тыс.) с СКО 1.0 пикс.
- Общая продолжительность ЦМР более 17 км и шириной 17-35 м.
- Размер пикселя 2.5-4.0 см, точность по высоте 7-15 см.

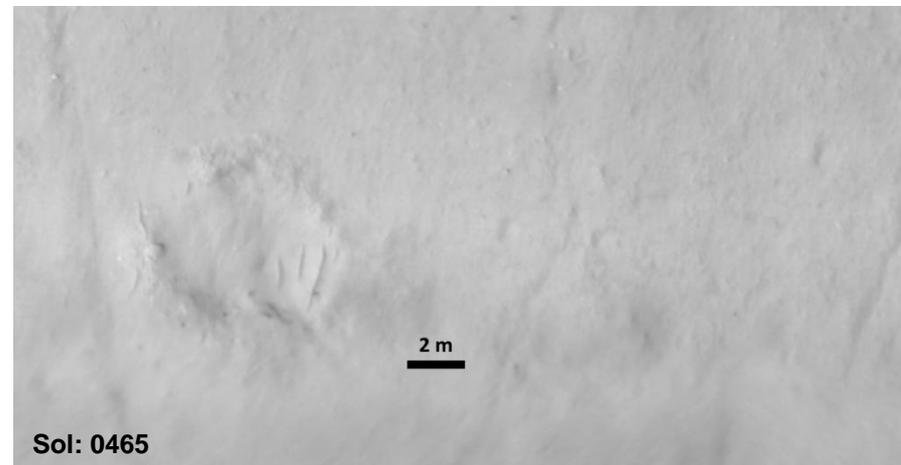
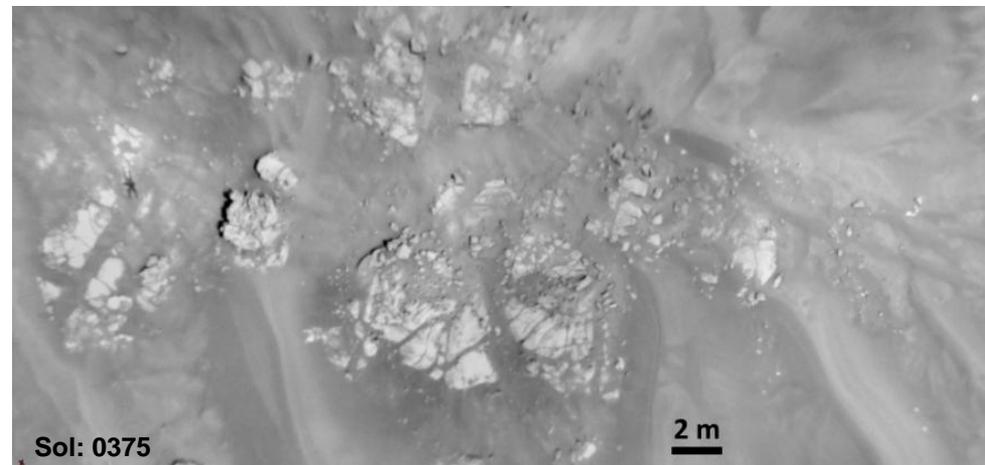
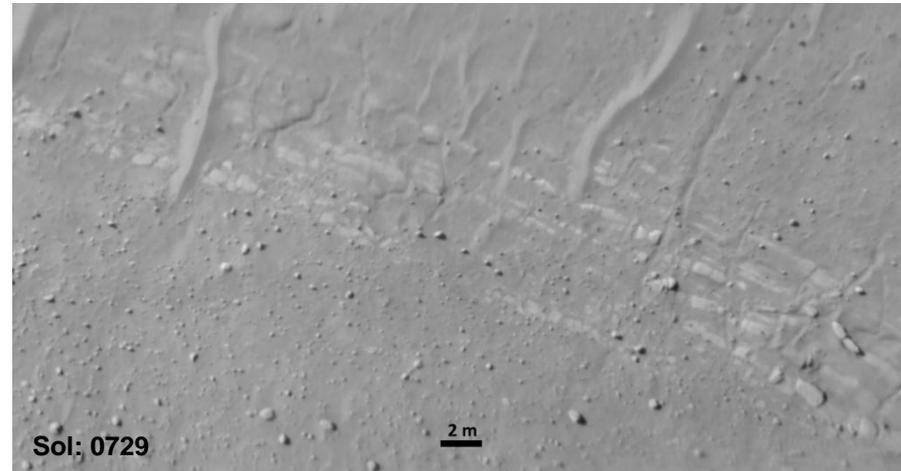
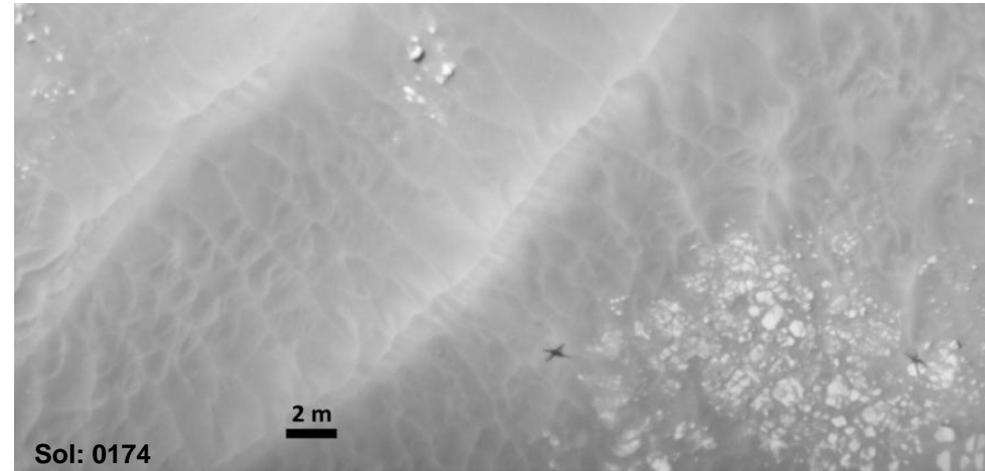


HiRISE

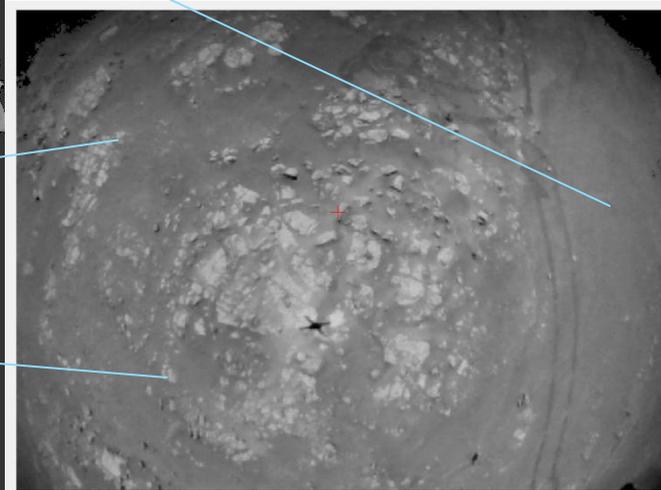
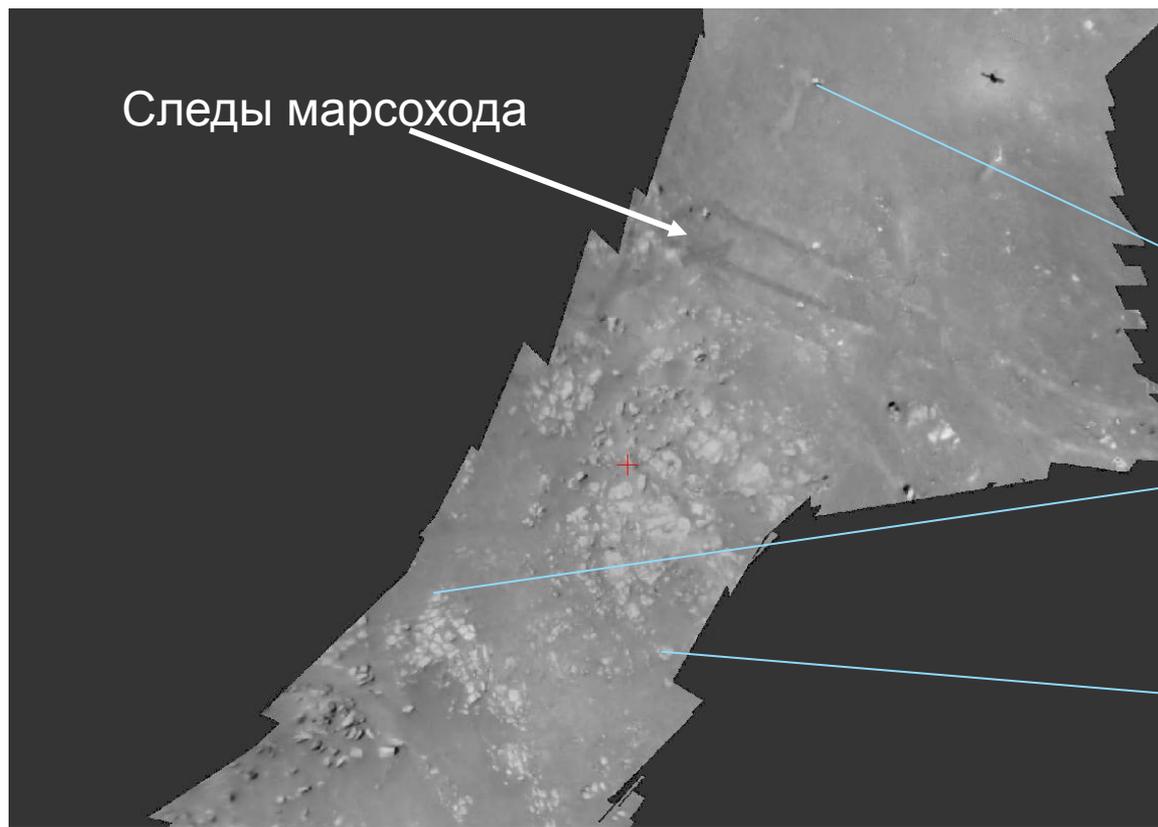
INGENUITY NAVCAM и RTE



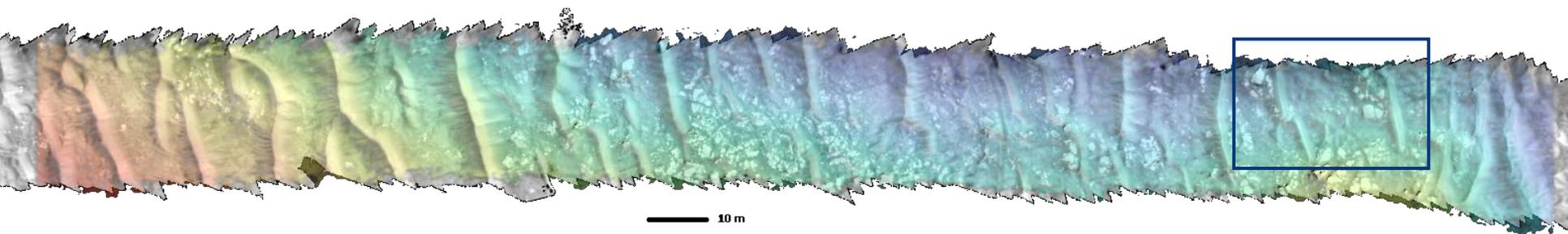
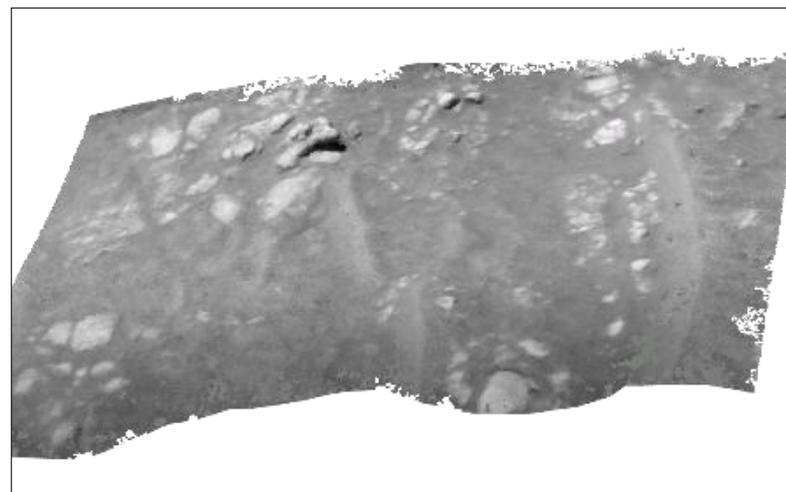
Детали рельефа, мозаика INGENUITY (NAVCAM)



Построение мозаики по данным камеры INGENUITY NAVCAM

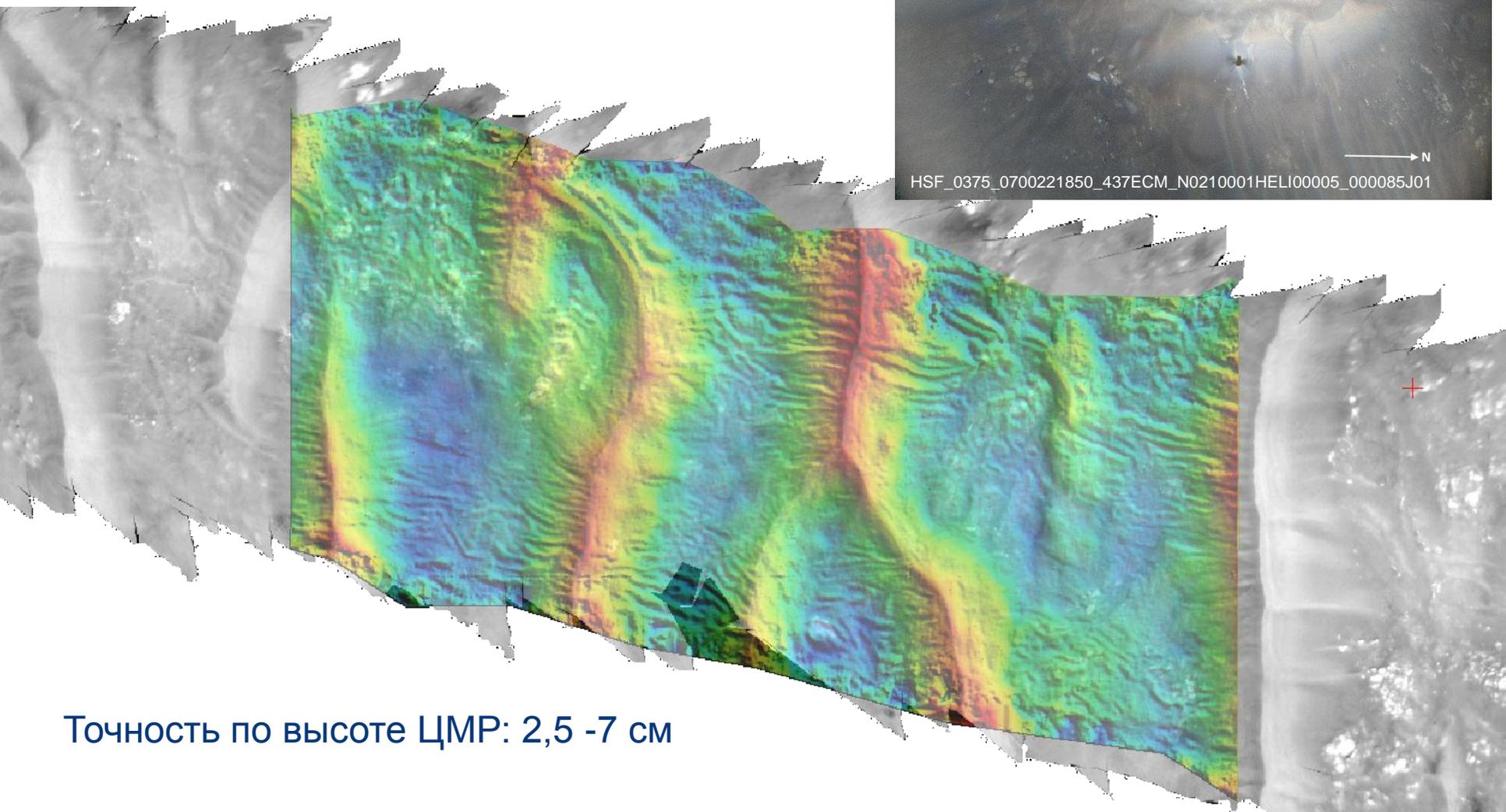


Район South Séítah, пролет 0375

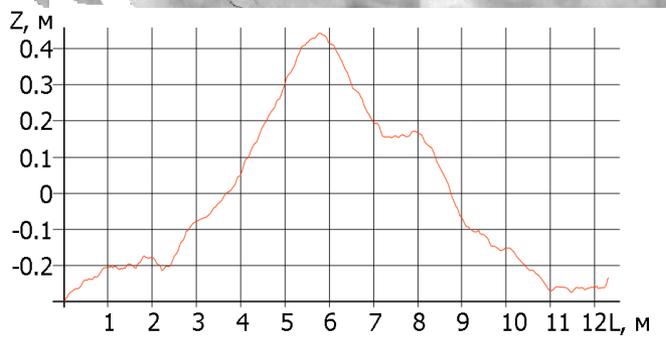
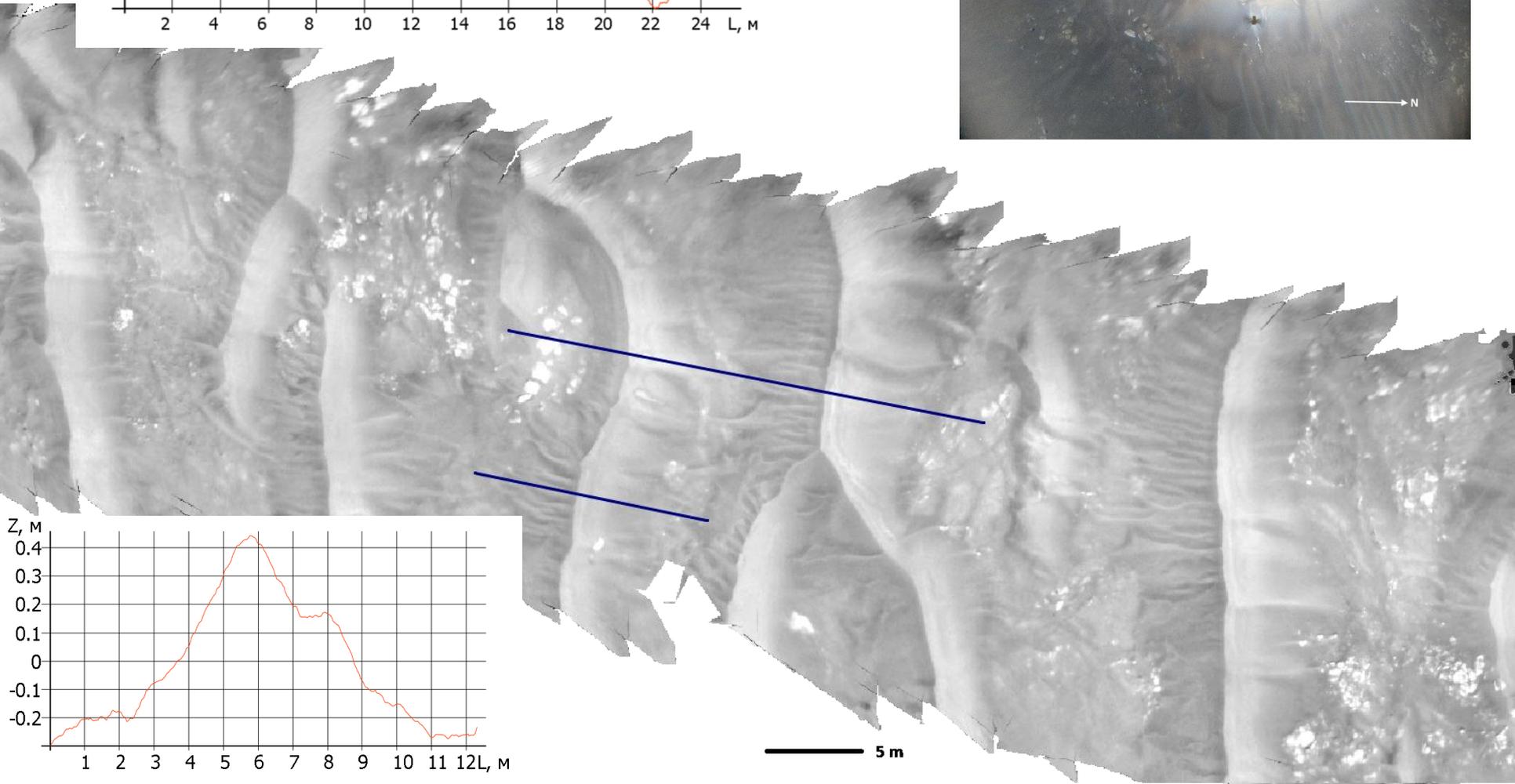
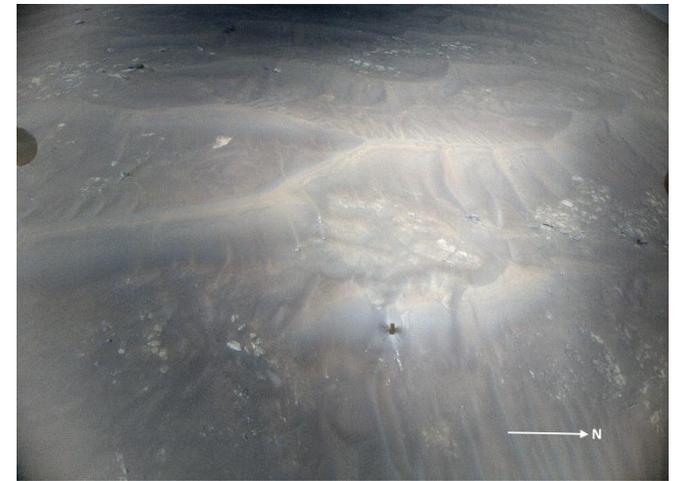
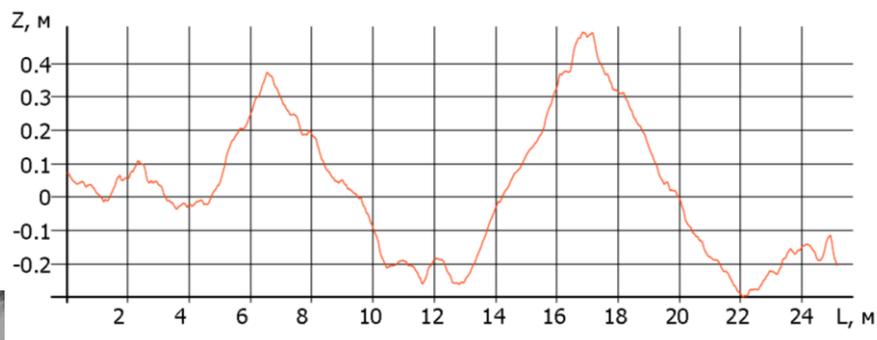


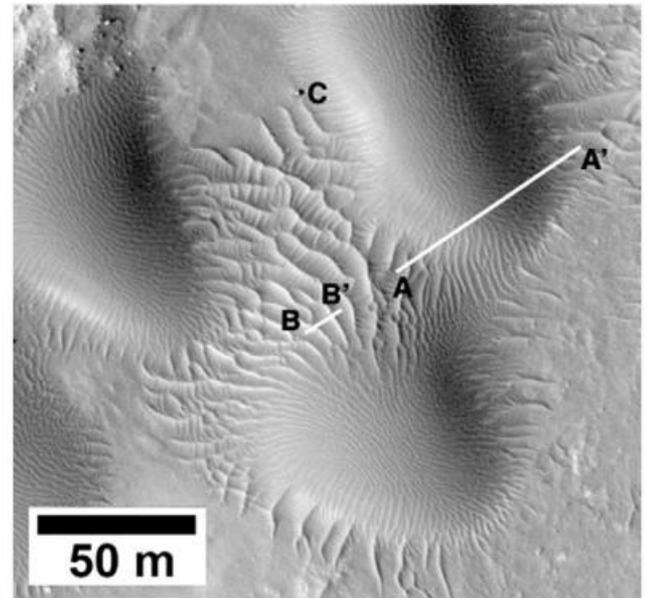
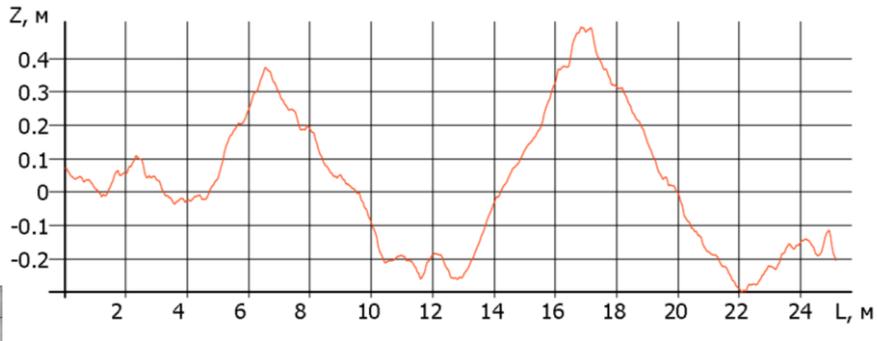
Перевал «Крит Уонгл» *Northwest Passage*

ЦМР Ingenuity

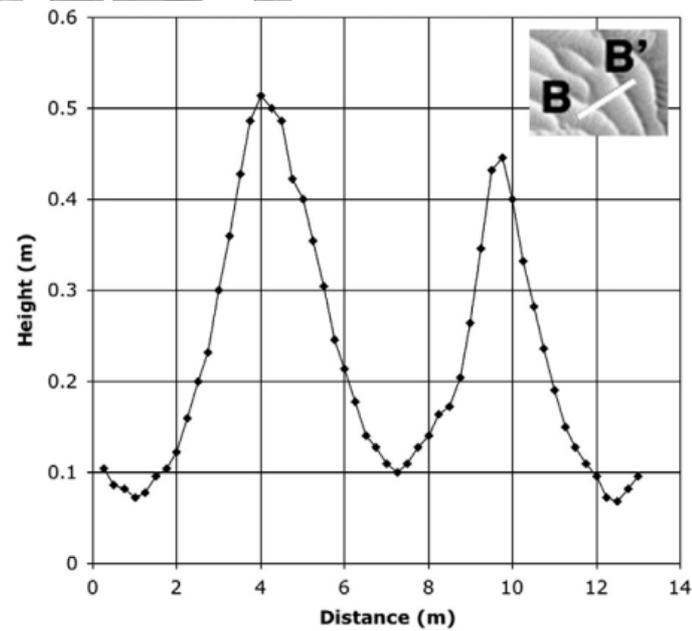
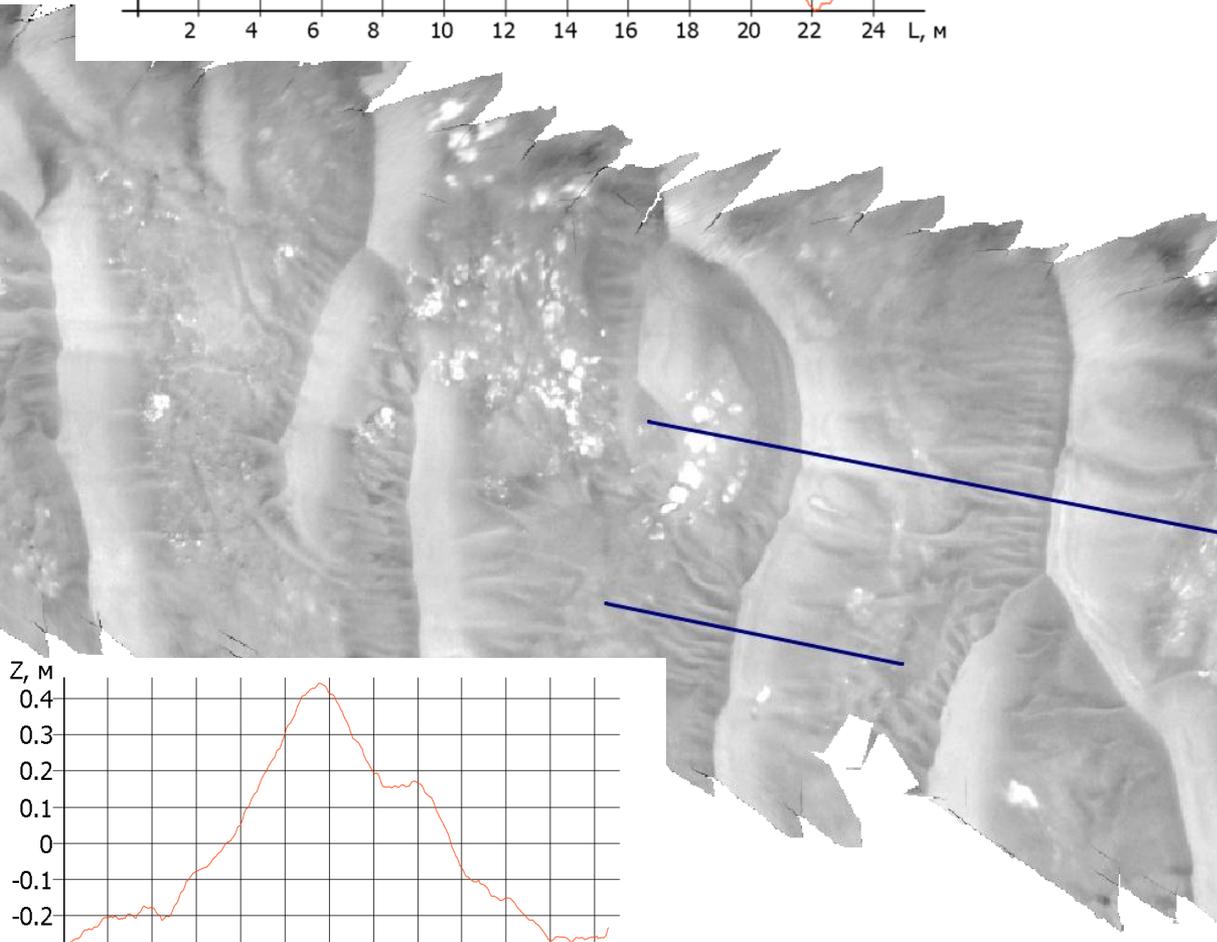


Точность по высоте ЦМР: 2,5 -7 см



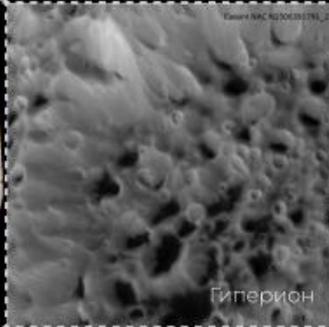
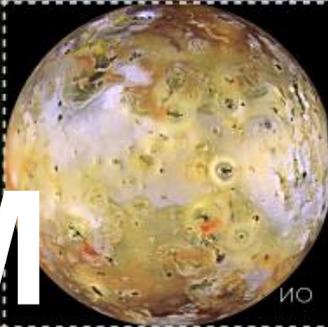


J.R. Zimbelman / *Geomorphology* 121 (2010) 22–29



Дальнейшая работа

- Запланирована обработка оставшихся ~600 изображений с камеры RTE (цветосинтезированных RGB);
- Обработка изображений взлетов вверх и посадок без передвижения вперед (порядка 3-4 взлетов).
- Обработка изображений с ровера Perseverance (часть миссии Mars 2020), увязка данных с изображениями БПЛА, создание подробных панорам.
- Кооперация с научными группами для изучения морфологических характеристик поверхности Марса по ЦМР высокого разрешения;



ИГРАЕМ ВМЕСТЕ

