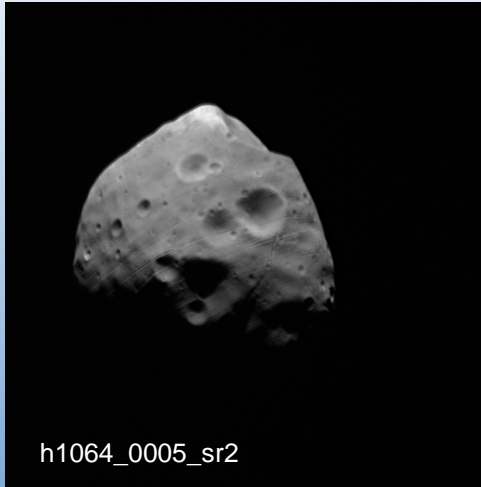


Министерство образования и науки Российской Федерации
Московский государственный университет геодезии и картографии
**Комплексная лаборатория исследований
внеземных территорий (КЛИВТ)**

**Лимбовые определения
по данным дистанционного
зондирования
планет и спутников солнечной
СИСТЕМЫ**

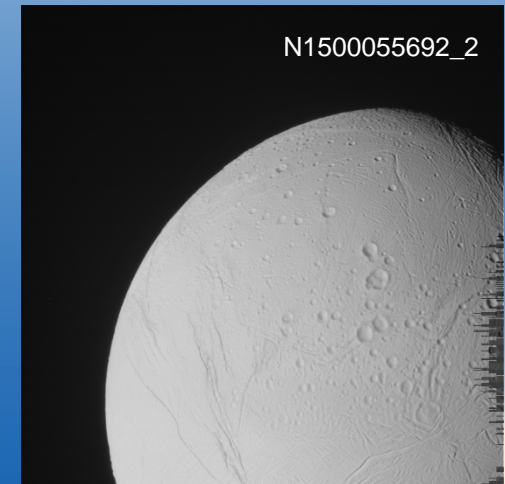
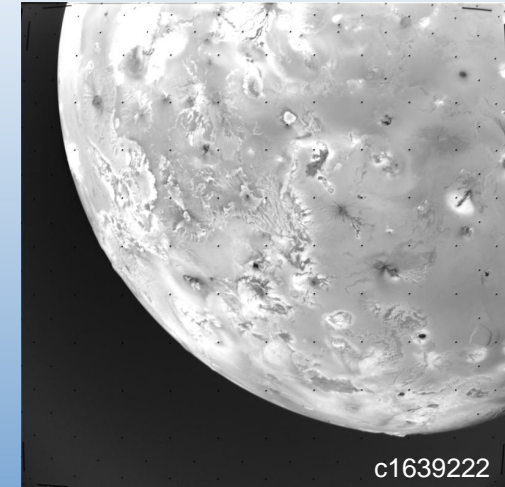
Ложкин А.О.

2012



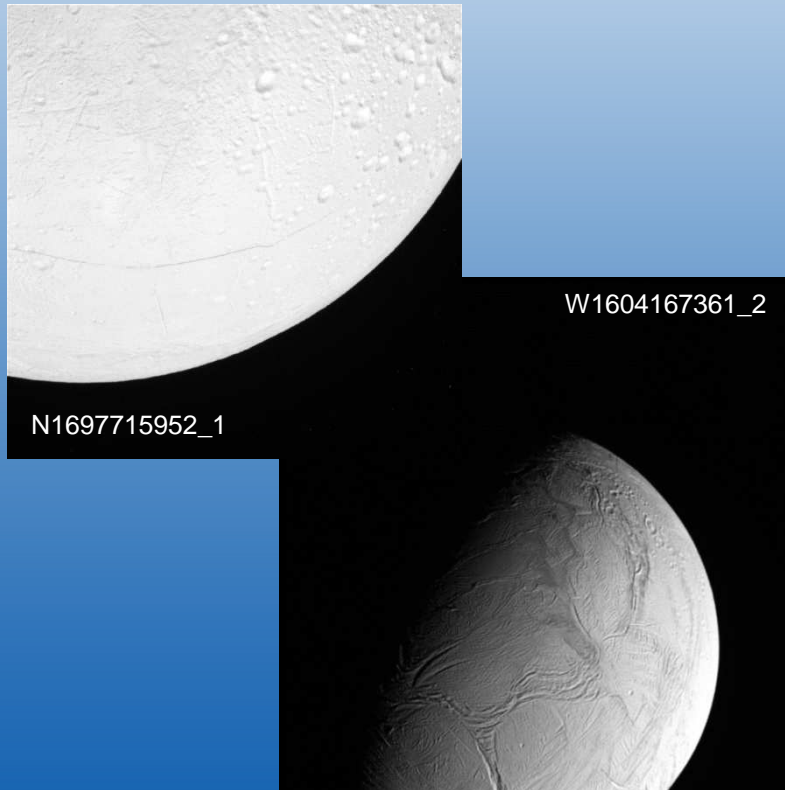
В работе рассмотрено:

1. Задачи и определения
2. Обзор
3. Краткие сведения о миссии «Cassini»
4. Методика лимбовых определений
5. Апробация
6. Решения



Лимб – это центральная проекция локального рельефа тела на плоскость, параллельную плоскости снимка, расположенной в пространстве.

Лимбовые определения – совместная обработка совокупности лимбов на фоне космического пространства, изображенного на снимке.



Задачи лимбовых определений:

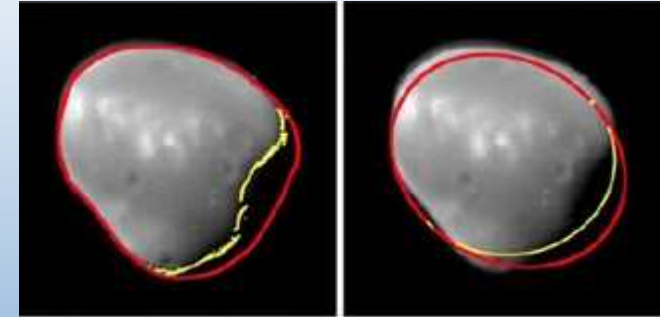
1. Уточнение модели фигуры
2. Уточнение центра фигуры
3. Уточнение орбиты КА
4. Получение непрерывной модели рельефа вдоль профиля

- Известные работы по лимбовым определениям Деймоса (Oberst et. al., 2011), и спутников Сатурна (Thomas et. al., 2010)

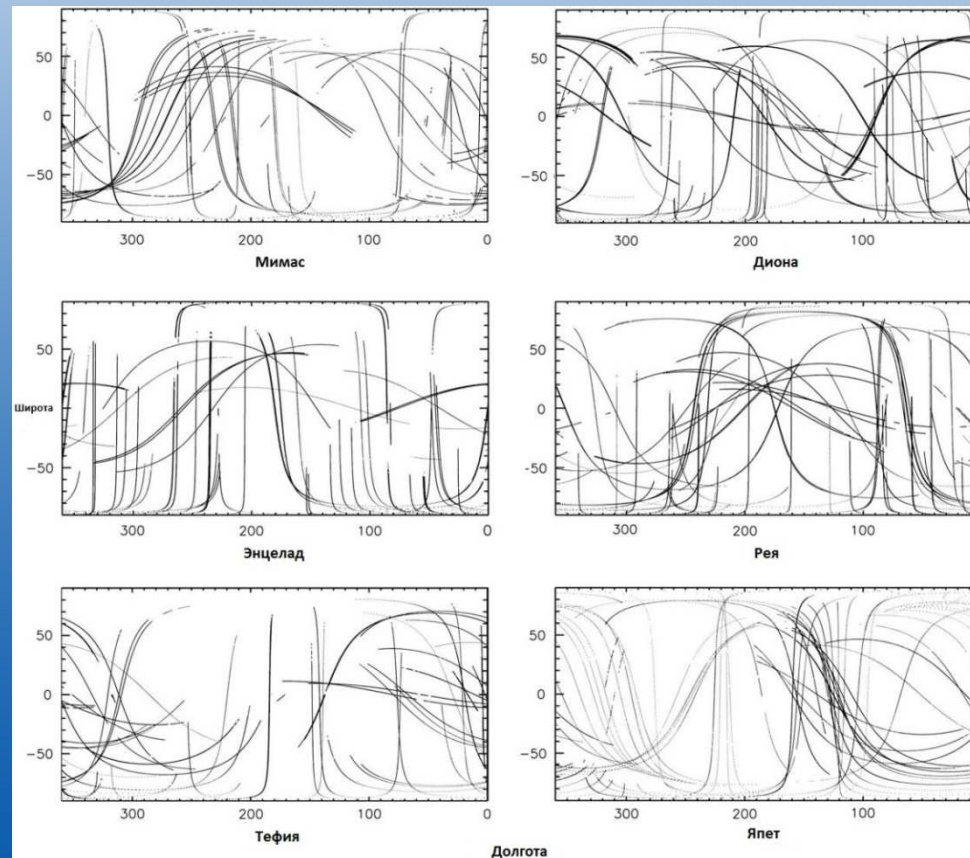
Сложности:

- Нет опубликованной теории обработки лимбовых измерений
- Программное обеспечение принадлежит зарубежным группам ученых и не распространяется сторонним коллективам
- результаты работ публикуются тезисно

Деймос



Спутники Сатурна



Лимбовые определения Энцелада:

- Миссия Кассини-Гюйгенс (Cassini–Huygens) — автоматический космический аппарат
- Кассини-Гюйгенс запущен 15 октября 1997 и достиг системы Сатурна 1 июля 2004.
Продление:
 - до лета 2010
 - до 2017 года
- На сегодняшний момент количество снимков Энцелада полученных с камеры ISS составляет 6199 шт.



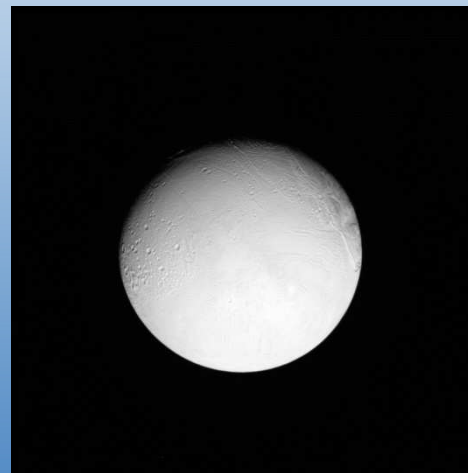
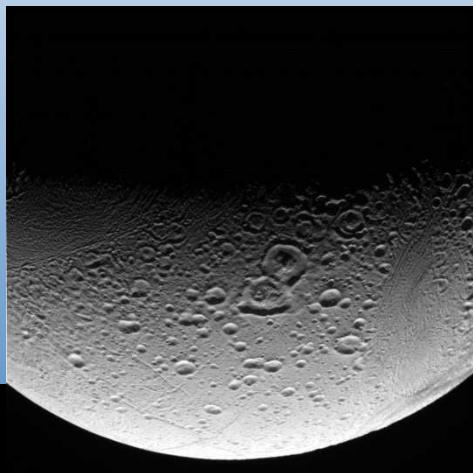
Кассини оснащен приборами:

- Система получения изображений (ISS);
- Космический анализатор пыли (CDA);
- Двойной магнетометр (MAG);
- Радар;
- Различные спектрометры (CIRS, CAPS, INMS, MIMI, RPWS, UVIS, VIMS)

**В КЛИВТ МИИГАиК
разработана и реализована методика
лимбовых определений**

ПЕРВЫЙ ЭТАП: выделение границы (проблема фильтрации)

Всего отобрано и обработано 302 изображения:
из них 260 NAC и 42 WAC



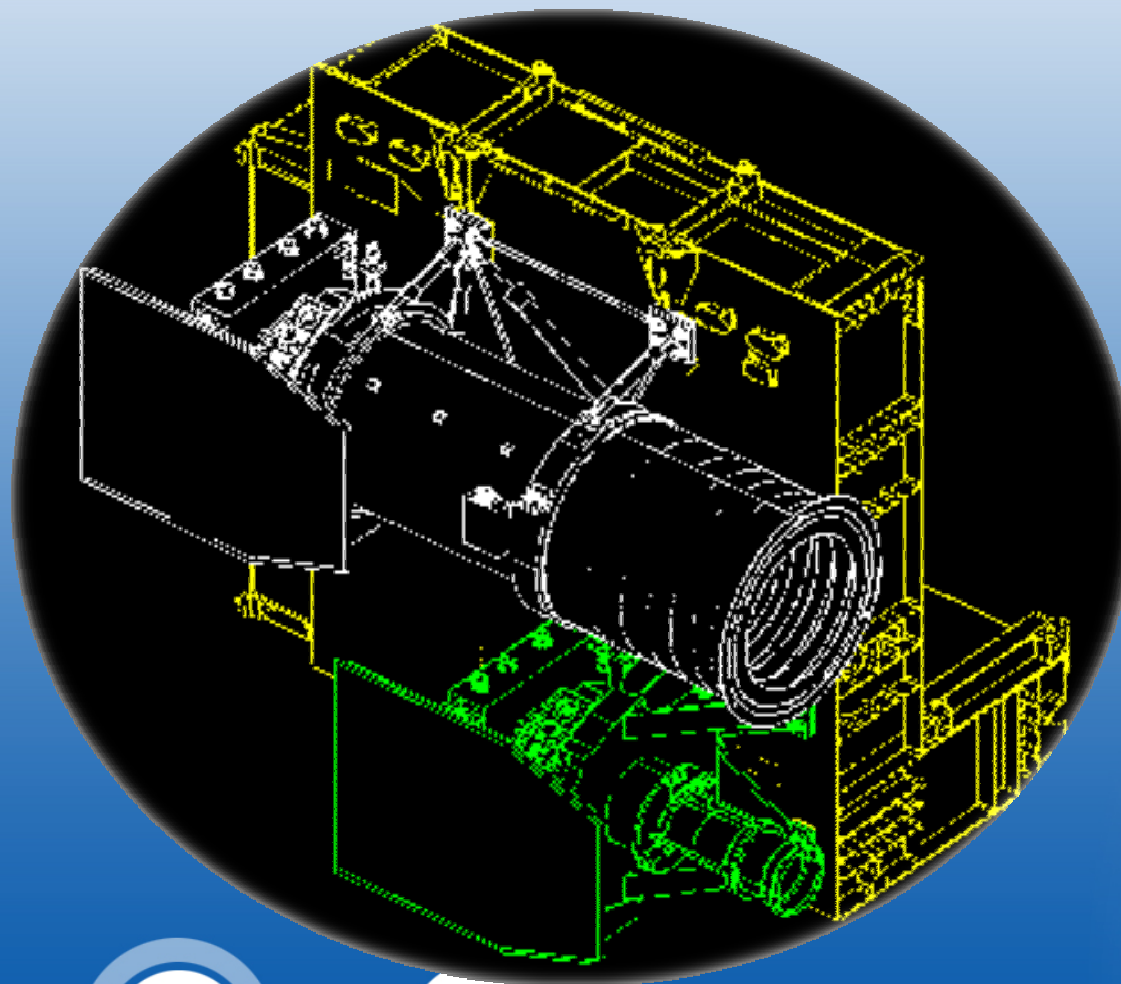
← После обработки →



ВТОРОЙ ЭТАП:

учет дисторсии и оптических искажений камеры

В данном случае: камера ISS не имеет дисторсии



ТРЕТИЙ ЭТАП: Предварительное уточнение угловых элементов внешнего ориентирования (ЭВО)

TableForm

Index	Image name	Chanel	X	Y	Z	Omega	Phi	Kappa	Omega_adj	Phi_adj	Kappa_adj
28	N1500046660_2.tif	CLEAR	-104493.007	-47100.182	-96339.5	153.9493656	-44.25802073	32.45894817	153.9486124328	-44.2586963137	32.45894817
29	N1500046962_2.tif	CLEAR	-102688.781	-44488.577	-94838.566	154.8704762	-44.42959609	33.98375304	154.870429282	-44.4304206377	33.98375304
30	N1500047058_2.tif	CLEAR	-102110.825	-43672.27	-94359.951	155.166891	-44.48160425	35.15565028	155.1676177061	-44.4824479198	35.15565028
31	N1500050593_2.tif	CLEAR	-79703.178	-18282.948	-76214.941	166.5131486	-45.47854774	50.091788	166.5118060685	-45.4786910723	50.091788
32	N1500051163_2.tif	CLEAR	-75955.055	-15040.588	-73192.85	168.3916577	-45.46717851	52.56826391	168.3879766527	-45.4670394001	52.56826391
33	N1500051358_2.tif	CLEAR	-74668.53	-13985.326	-72152.723	169.0349044	-45.45127062	53.28503213	169.0310159809	-45.4503222398	53.28503213
34	N1500055692_2.tif	CLEAR	-46151.122	2475.823	-48231.864	-177.1506744	-43.55411102	72.7627053	-177.148864482	-43.5579831758	72.7627053
35	N1500055791_2.tif	CLEAR	-45513.178	2698.819	-47667.922	-176.8542204	-43.48272606	73.67918691	-176.8512755625	-43.4870262652	73.67918691
36	N1500055958_2.tif	CLEAR	-44439.52	3059.902	-46714.939	-176.4343663	-43.57273895	73.21592746	-176.4309343375	-43.5737948425	73.21592746
37	N1500055991_2.tif	CLEAR	-44227.741	3129.016	-46526.379	-176.338756	-43.56004146	72.98619818	-176.3348599995	-43.5608231887	72.98619818
38	N1500057201_2.tif	CLEAR	-36557.992	5158.969	-39556.605	-172.7066876	-42.33169996	79.51369914	-172.7048870407	-42.3365416537	79.51369914
39	N1500057438_2.tif	CLEAR	-35079.96	5442.883	-38179.17	-172.0922001	-42.38709647	79.18651889	-172.0880383479	-42.3885325202	79.18651889
40	N1500057471_2.tif	CLEAR	-34874.787	5479.508	-37987.011	-171.9998904	-42.37074991	79.21192923	-171.9957936895	-42.3716510972	79.21192923
41	N1500059236_2.tif	CLEAR	-24175.142	6417.479	-27608.063	-167.1869098	-40.26868841	88.13679551	-167.185335603	-40.276265896	88.13679551
42	N1500059269_2.tif	CLEAR	-23980.592	6416.271	-27412.19	-167.1024104	-40.23076697	88.18420191	-167.1001944475	-40.2384748732	88.18420191
43	N1500059309_2.tif	CLEAR	-23745.01	6413.902	-27174.63	-166.9961648	-40.18588399	88.44391173	-166.9906871356	-40.1914253143	88.44391173
44	N1500059342_2.tif	CLEAR	-23550.911	6411.201	-26978.591	-166.9092062	-40.1482454	88.59465348	-166.9049150895	-40.1539872209	88.59465348

Close

ЧЕТВЕРТЫЙ ЭТАП:

Определение всех взаимных пересечений совокупности лимбов и составление уравнений поправок

Проекция 260 лимбов до уравнивания. Отстояния от сферы R 252,3 км составляют от -171,33 до 37,46.

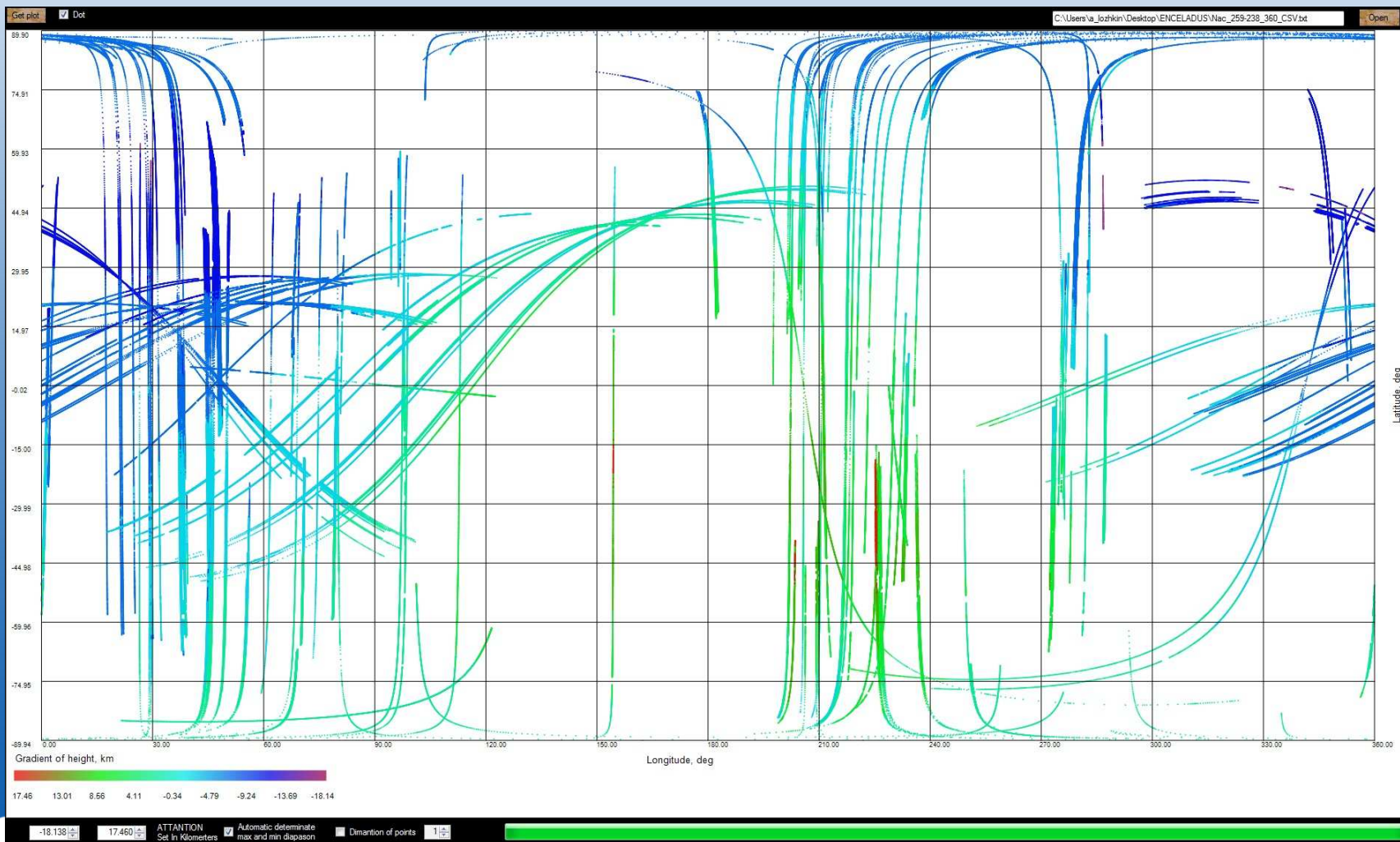
Простая цилиндрическая проекция



ПЯТЫЙ ЭТАП:

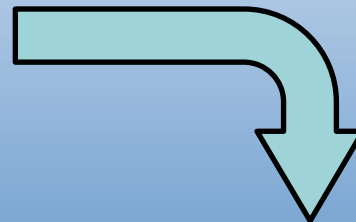
Совместное уравнивание позволяющие уточнить угловые элементы
После уравнивания диапазон отстояний от сферы $[-17,6; 17,0]$ км

Простая цилиндрическая проекция



ШЕСТОЙ ЭТАП:

Исправление ошибок и итерационное повторение пунктов 4-5

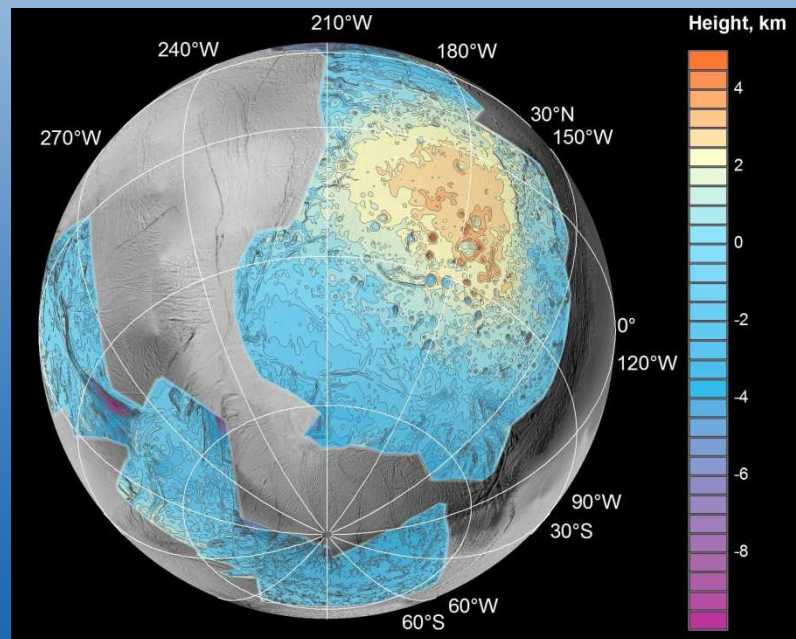


Апробация

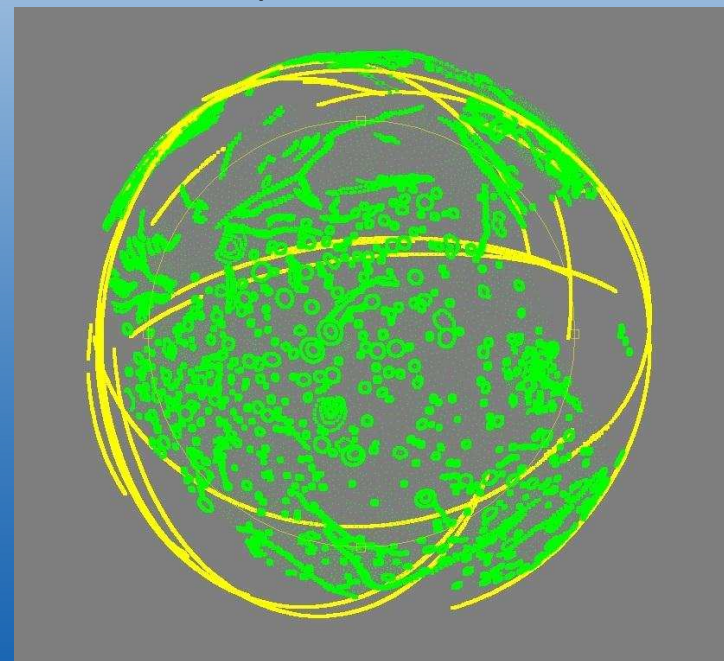
В КЛИВТ создана фотограмметрическим методом новая опорная сеть Энцелада, содержащая 796 точек

На ее основе в стерео режиме создана ЦМР на области, имеющие стерео покрытие

ЦМР поверхности Энцелада,
созданная в КЛИВТ
на базе стереоизображений



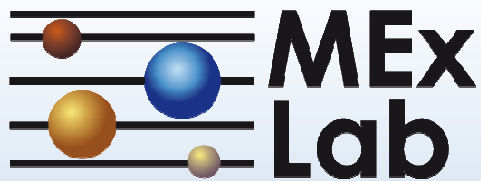
Наложение лимбов на ЦМР
поверхности Энцелада



Решения:

- ✓ Разработаны методика и алгоритм обработки лимбов
- ✓ Разработано специальное программное обеспечение
- ✓ Выделение тела на изображении происходит автоматически (Частично решена проблема фильтрации)
- ✓ Уточнены угловые элементы внешнего ориентирования в момент съемки КА Cassini

Работа выполняется при поддержке гранта Правительства РФ по постановлению N 220 "О мерах по привлечению ведущих учёных в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования" по договору № 11.G34.31.0021, заключенного между Министерством образования и науки РФ, профессором Юргеном Оберстом и Московским государственным университетом геодезии и картографии.



Министерство образования и науки Российской Федерации
Московский государственный университет геодезии и картографии

**Комплексная лаборатория исследований
внеземных территорий (КЛИВТ)**

Спасибо за внимание.

2012