

ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ КЛАССИФИКАТОРА К ЦИФРОВОЙ КРИОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ МАРСА

И.А. КОМАРОВ, В.С. ИСАЕВ, О.Н. АБРАМЕНКО, В.В.БАЛМАШЕВА
МГУ ИМ. М.В.ЛОМОНОСОВА ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ Ф-Т

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИ СОЗДАНИИ КЛАССИФИКАТОРА К ЦИФРОВОЙ КРИОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ МАРСА:

- ❑ Сведение фактического материала, полученного в ходе дистанционных и полевых исследований области изучения к единому виду
- ❑ Структурирование фактического материала
- ❑ Создание связей между атрибутивными данными
- ❑ Выбор принципа и метода построения легенды геокриологической карты

Три блока данных классификатора:

❖ Топографический

❖ Геологический

❖ Геокриологический

Основные сведения о Марсе

Температурный режим поверхности планеты обусловлен главным образом сезонным режимом поступающей солнечной радиации.

Поток солнечной энергии на единицу поверхности Марса составляет **около 40%** потока на единицу поверхности Земли.

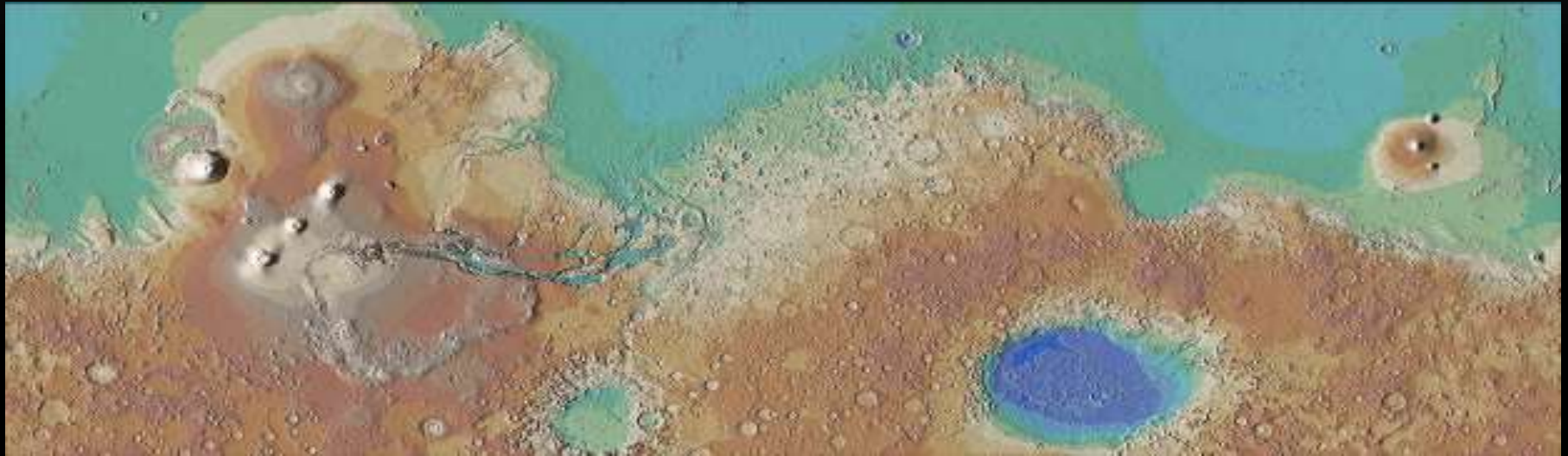
Как и на Земле, температура поверхности Марса зависит от широты, орографических особенностей, и подвержена более сильным чем на Земле суточным и сезонным колебаниям.

Амплитуда суточных колебаний составляет **до 100°C и более**.

Температура поверхности Марса усредненная по сезонам и широтам - 63°C.
Максимальные дневные температуры **от +15°C летом до - 60°C зимой**.
Минимальные ночные температуры **от -65°C летом до - 140°C зимой**
(в полярных областях).

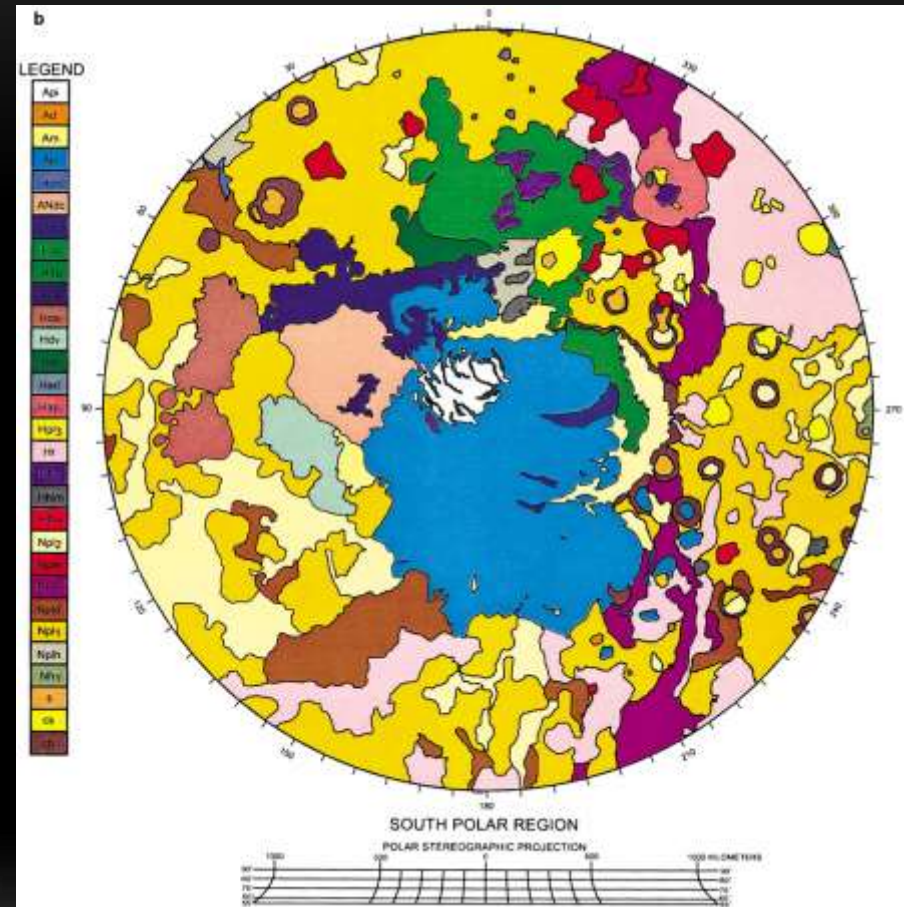
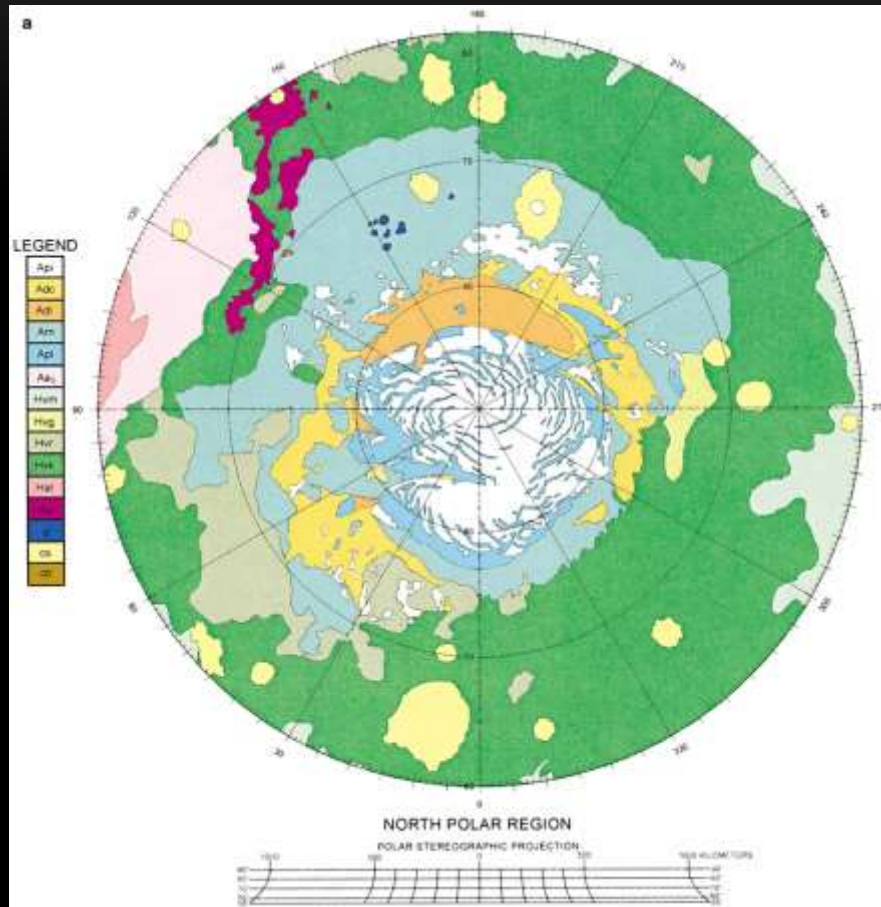
На Земле минимальная температура -82,5 C зарегистрирована на станции «Восток» (Антарктида).

Топография:



Топографическая карта Марса с разрешением 0,015625 (1/64) на 0,015625 градус (USGS, [9]).

Геология:



Геологическая карта полярных регионов Марса выше широты 60 градусов Полярной стереоскопической проекции (Tanaka, 2006)

ОЦЕНКА МОЩНОСТИ СЛОЯ ГОДОВЫХ АМПЛИТУД

- 1. Задача о моделировании температурных полей в однослойном и многослойном массиве (Ершов, Комаров, Пустовойт и др. 2003, Пустовойт.2005)
- Температурный режим для однослойной модели разреза оценивался нами по программе «HeatMars».
- Программа учитывает теплообмен на поверхности Марса при различных значениях потока солнечной радиации, который определяется эллиптичностью орбиты и наклона экватора к плоскости орбиты, учитывалась также зависимость от широты местности и ориентации склонов.
- С целью определения суточного хода температуры поверхности во времени для достижения стабильного течения времени Марс «фиксировался» на определенных участках орбиты, соответствующих 12-ти сезонам на планете , и в течение марсианского месяца для фиксированной точки обрабатывались данные за время оборота планеты вокруг своей оси.

В результате обработки данных для фиксированных положений был получен суточный и среднесуточный ход температуры для определенных месяцев, который принимался за среднемесячную температуру.

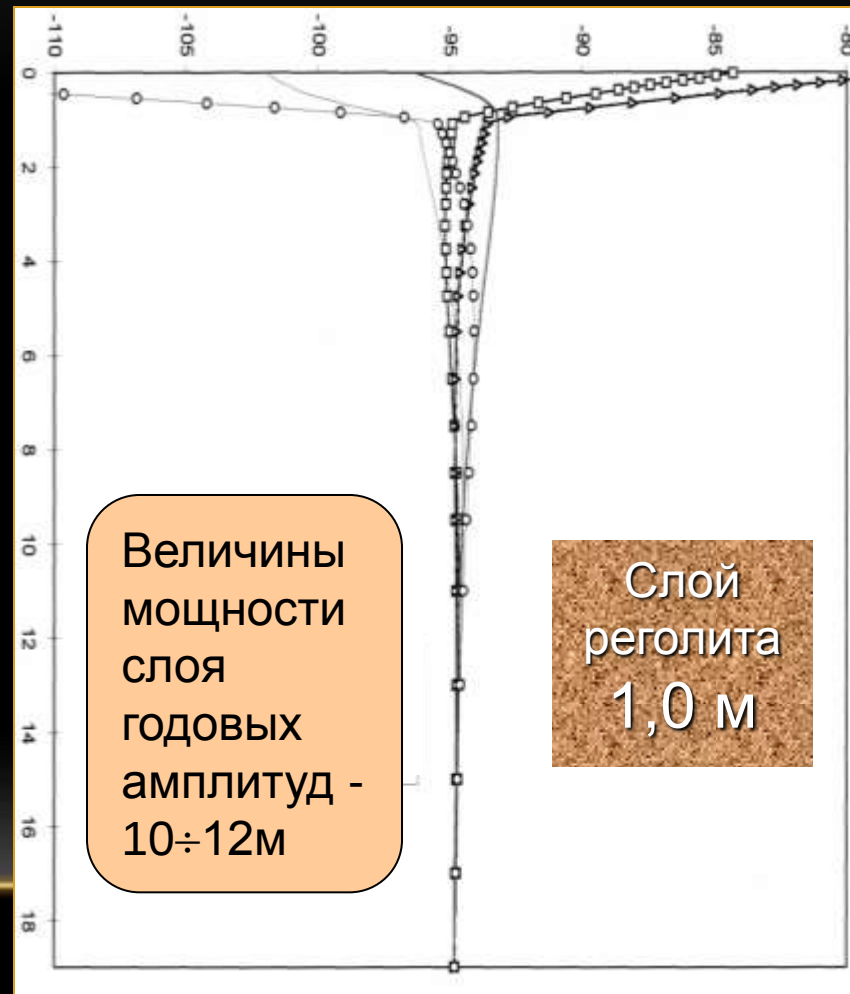
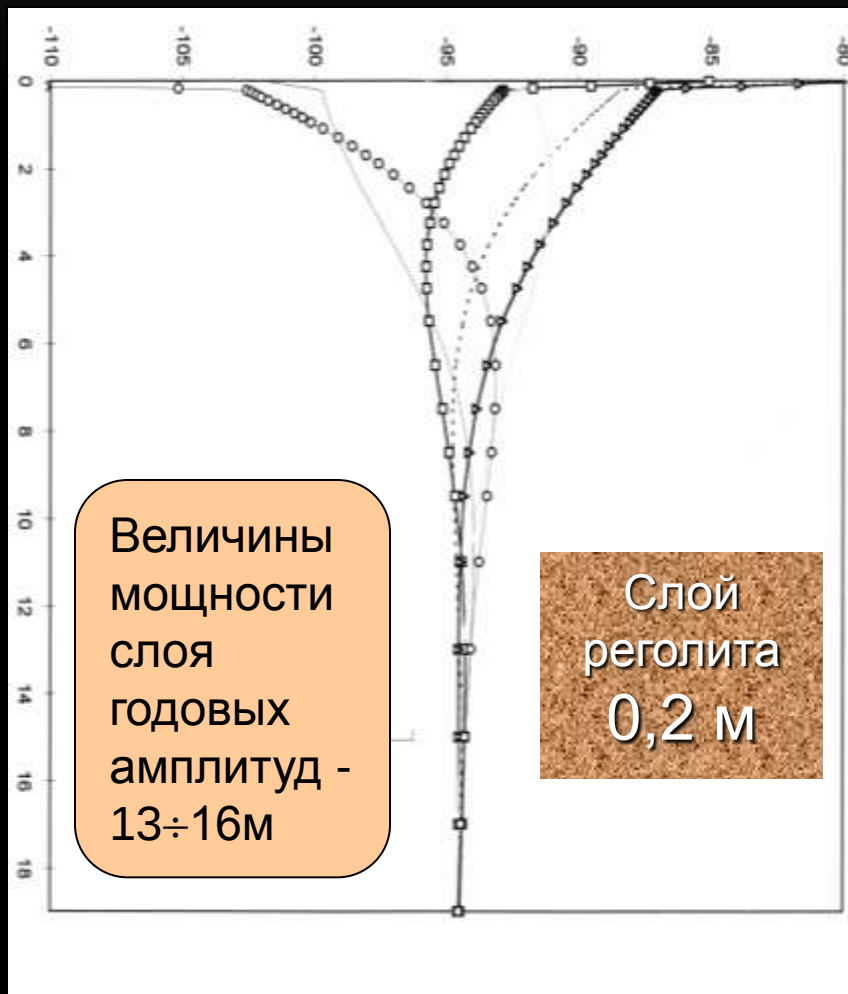
Для реализации краевой задачи использовали энтальпийную форму представления, метод конечных разностей с произвольно задаваемым шагом сетки.

Сопоставление результатов расчетов по программе «HeatMars» и программе «Marstherm» (программа НАСА), дало удовлетворительное согласие (отличие не более 7%), что, на наш взгляд, связано со способом учета нами крайне незначительной и разреженной атмосферы Марса. В нашей постановке ее влияние учитывалось через единый интегральный параметр – величину, характеризующую интенсивность излучения поверхности в инфракрасной части спектра

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ГЛУБИНЕ МАССИВА.

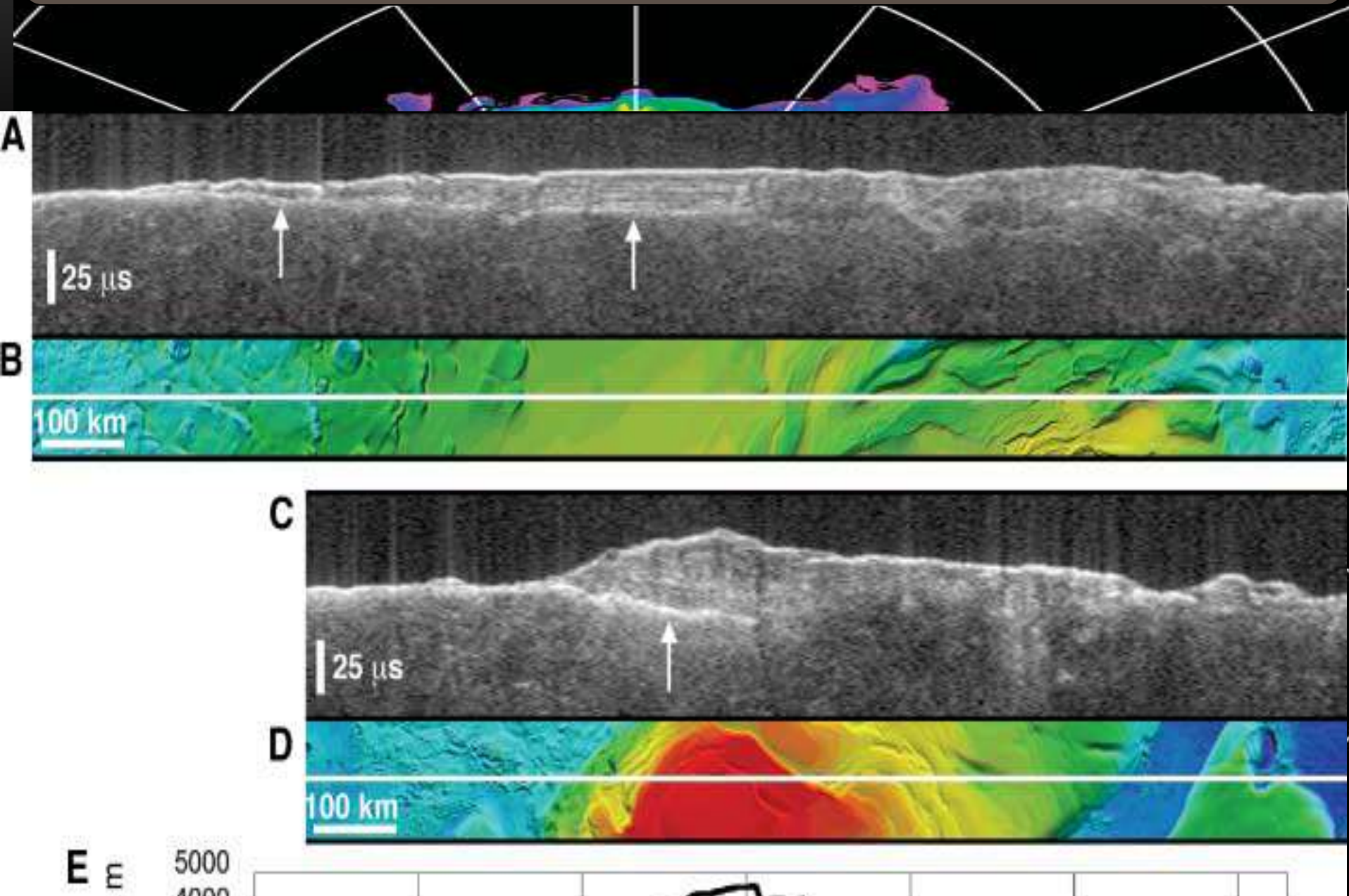
температура

глубина



ОЦЕНКА МОЩНОСТИ КРИОЛИТОСФЕРЫ МАРСА В МЕРИДИОНАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Мощность районов южной полярной шапки Марса, полученная с помощью Системы MARSIS (усовершенствованный радар зондирования приповерхностных горизонтов), Mars Express



Криолитосфера Марса

По нашим расчетным оценкам для Марса:

Суммарная мощность мерзлых пород меняется от величин в 1600 м на экваторе до $3300 \div 4000$ м в области полярных шапок , в среднем составляя 2400 м, включая:

мощность собственно мерзлых пород - меняется в диапазоне 1800м -1500 м, в среднем – 1600м

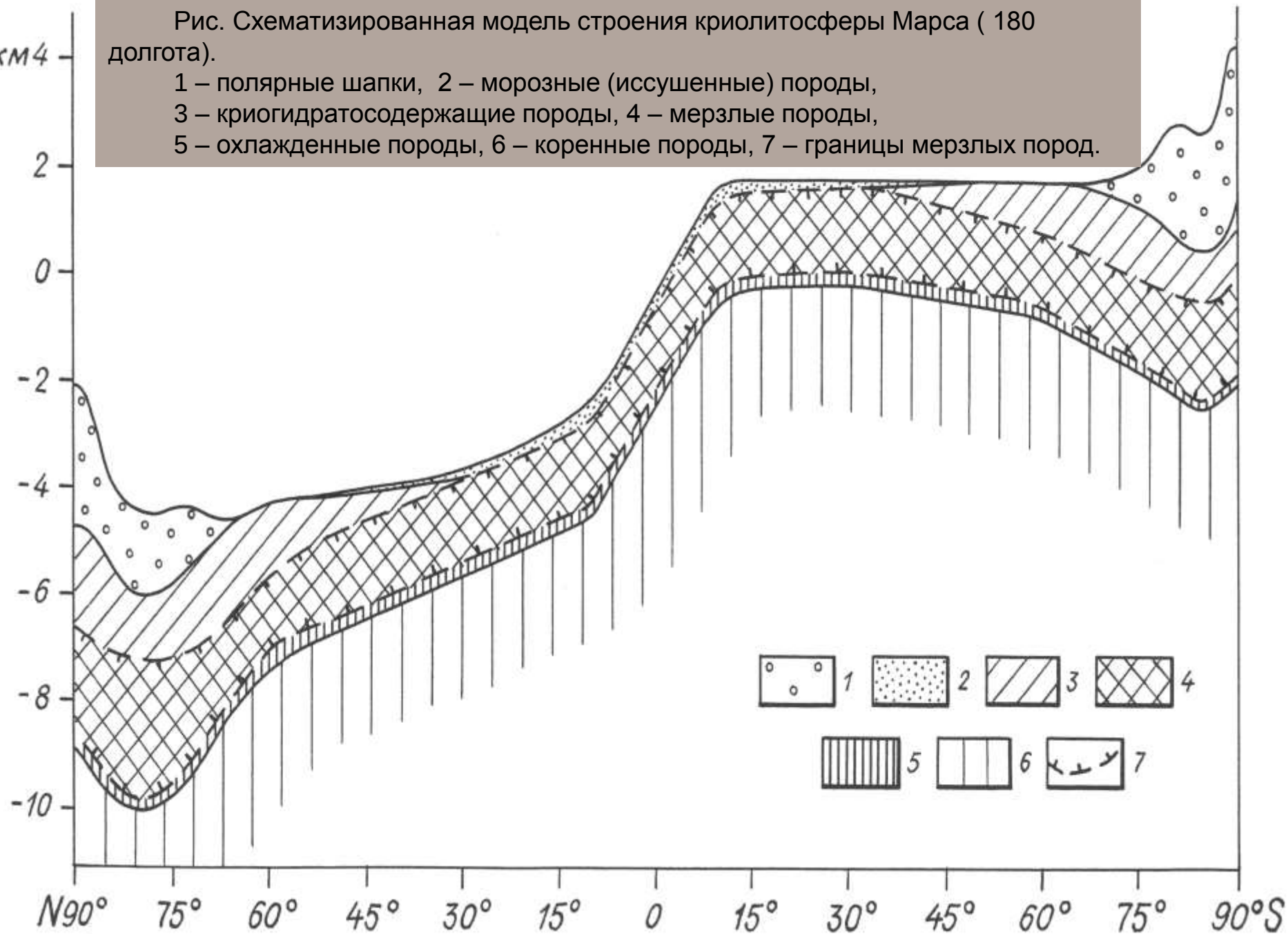
мощность мерзлых криогидратосодержащих пород - меняется в диапазоне 2200м -800 м, в среднем – 1400м, в средних широтах – этот тип пород отсутствуют.

мощность охлажденных пород, располагающихся под кровлей мерзлых пород меняется от 60 м до 250м, составляя в среднем 100м

мощность криолитосферы меняется от величин в 1700 м на экваторе до $3400 \div 4100$ м в области полярных шапок , в среднем составляя 2400 м

Рис. Схематизированная модель строения криолитосферы Марса (180
долгота).

- 1 – полярные шапки, 2 – морозные (иссушенные) породы,
3 – криогидратосодержащие породы, 4 – мерзлые породы,
5 – охлажденные породы, 6 – коренные породы, 7 – границы мерзлых пород.



Экзогенные криогенные процессы в высоких широтах Марса и их картирование

Согласно современным представлениям о криогенных геологических процессах и явлениях (Э.Д.Ершов, Л.С.Гарагуля) рассматриваются четыре основные группы экзогенных мерзлотно-геологических процессов:

собственно криогенные (мерзлотно-геологические) процессы, связанные с сезонными и многолетними колебаниями теплообмена на поверхности и в подстилающих горных породах. Это:

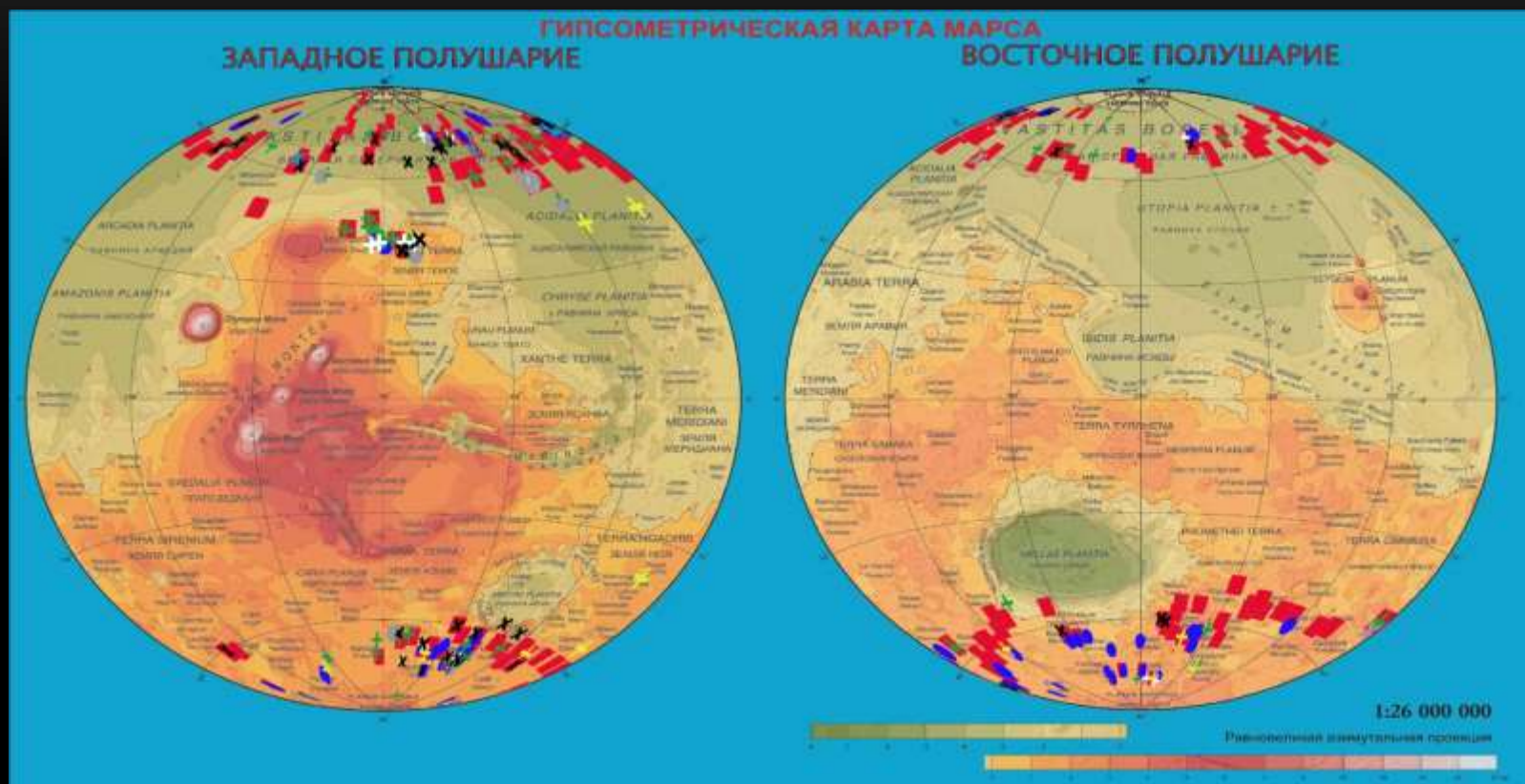
- морозобойное растрескивание и криовыветривание;
- морозное пучение пород и наледеобразование;
- термокарст.

Процессы приводят к формированию таких форм рельефа как: полигоны морозобойного растрескивания ; миграционные и инъекционные бугры пучения, каменные моря и многоугольники.

Земные аналоги процессов на Марсе

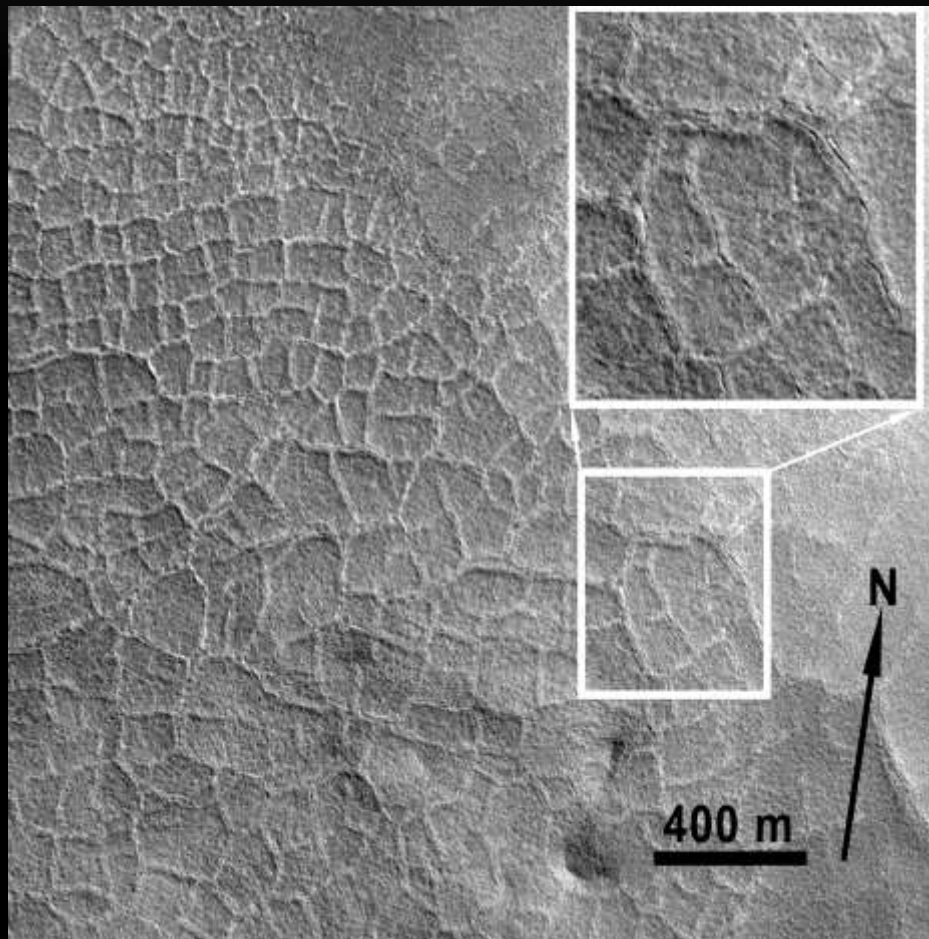


КАРТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА НА МАРСЕ (Р.О.КУЗЬМИН, И.А.КОМАРОВ, В.С.ИСАЕВ, 2005)



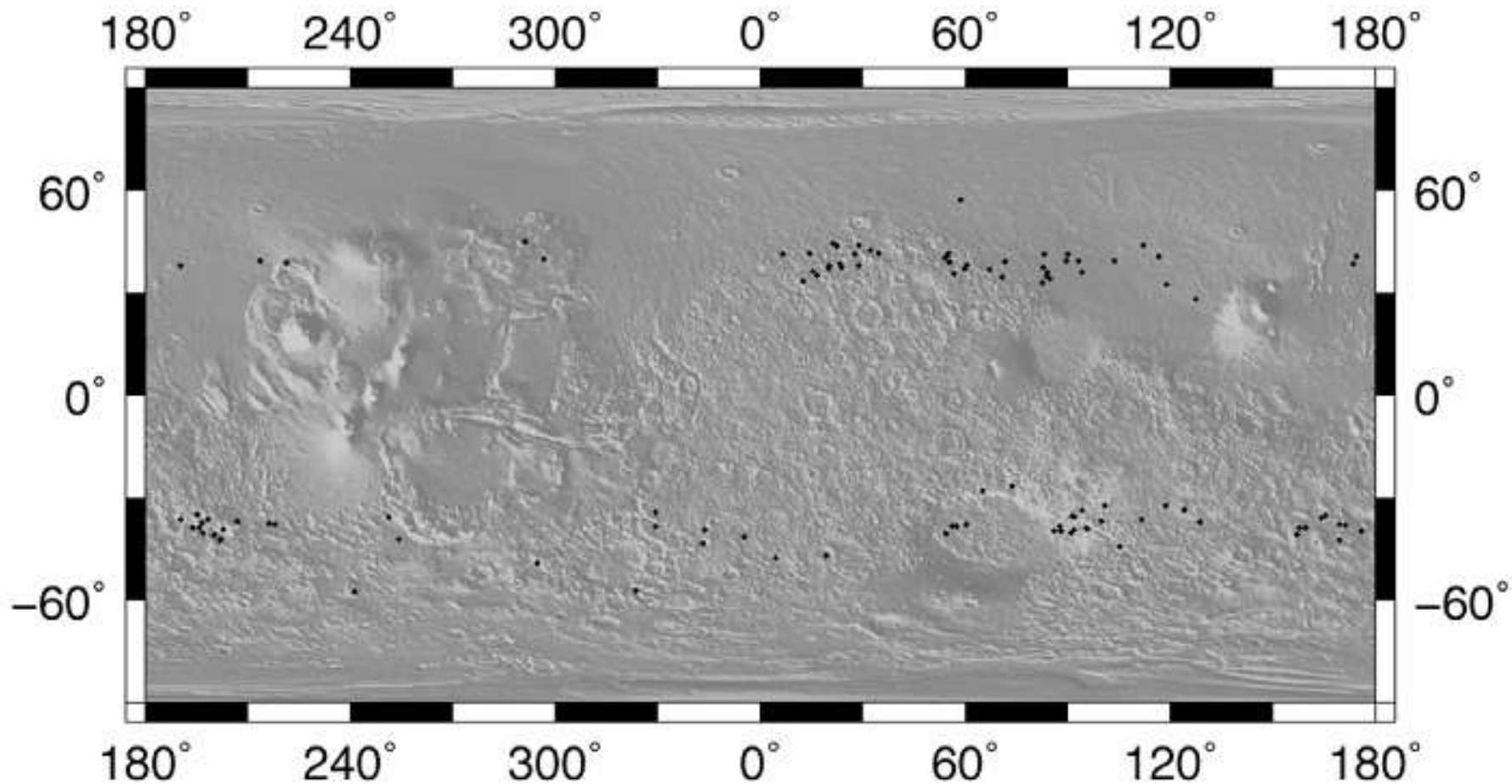
■ – тип 1.1. - регулярные сети с мелкими полигонами с высокой центральной частью (бугристые “knob” образования); ● – тип 2.1. - неправильная сеть разномасштабных полигонов с ортогональной и гексагональной структурой пересечений; + – тип 3.1. - крупно-размерные полигональные сети с ортогональными и гексагональными структурными элементами; + – тип 3.2. – крупно-размерные ортогональные и гексагональные полигональные сети с явными «валиками» по обе стороны трещины. + - Тип 3.3. - крупно-размерные полигональные сети с прямоугольными полигонами, расположенными радиально от центра ударного кратера; - тип 4.1. – сеть полигонов с полностью эродированной центральной частью; × - тип 4.2. – сеть полигонов с элементами сублимации по элементам полигональной сети; ♦ - тип 4.3. – сеть сильноэродированных полигонов – палеополігоны

ТИП 3.2. – СЕТЬ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПОЛИГОНОВ С ОРТОГОНАЛЬНОЙ И ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ВАЛИКАМИ ПО ОБЕ СТОРОНЫ ЛОЖБИН



Довольно редкие для Марса полигоны – по морфологии очень напоминают земные снимки с развивающимися морозобойными трещинами. Для них характерны валики по обе стороны от трещины и утопленная относительно краев центральная часть. Размеры полигонов колеблются около 70-80 м (снимок МОК E1300341).

Карта распределения предполагаемых пинго на Марсе



An assessment of evidence for pingos on Mars using HiRISE. Colin M. Dundas
*, Alfred S. McEwen. Icarus V205 (2010) pp. 244–258

Пример пинго на полярных широтах Северного полушария Марса

PSP_006632_2240_RGB_NOMAP_browse NASA/JPL/University of Arizona



Пример пинго в кратерах на Северном полушарии Марса

PSP_008452_2175_RGB_NOMAP_browse NASA/JPL/University of Arizona



Пример пинго в кратерах на Северном полушарии Марса
PSP_008561_2205_RGB_NOMAP_browse NASA/JPL/University of Arizona



Вывод:

Для цифровой криологической карты Марса в рамках данной работы были определены основные блоки легенды и выбраны источники информации для наполнения атрибутивной базы данных

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!