

# Возрастание активности процессов в криолитозоне Арктики

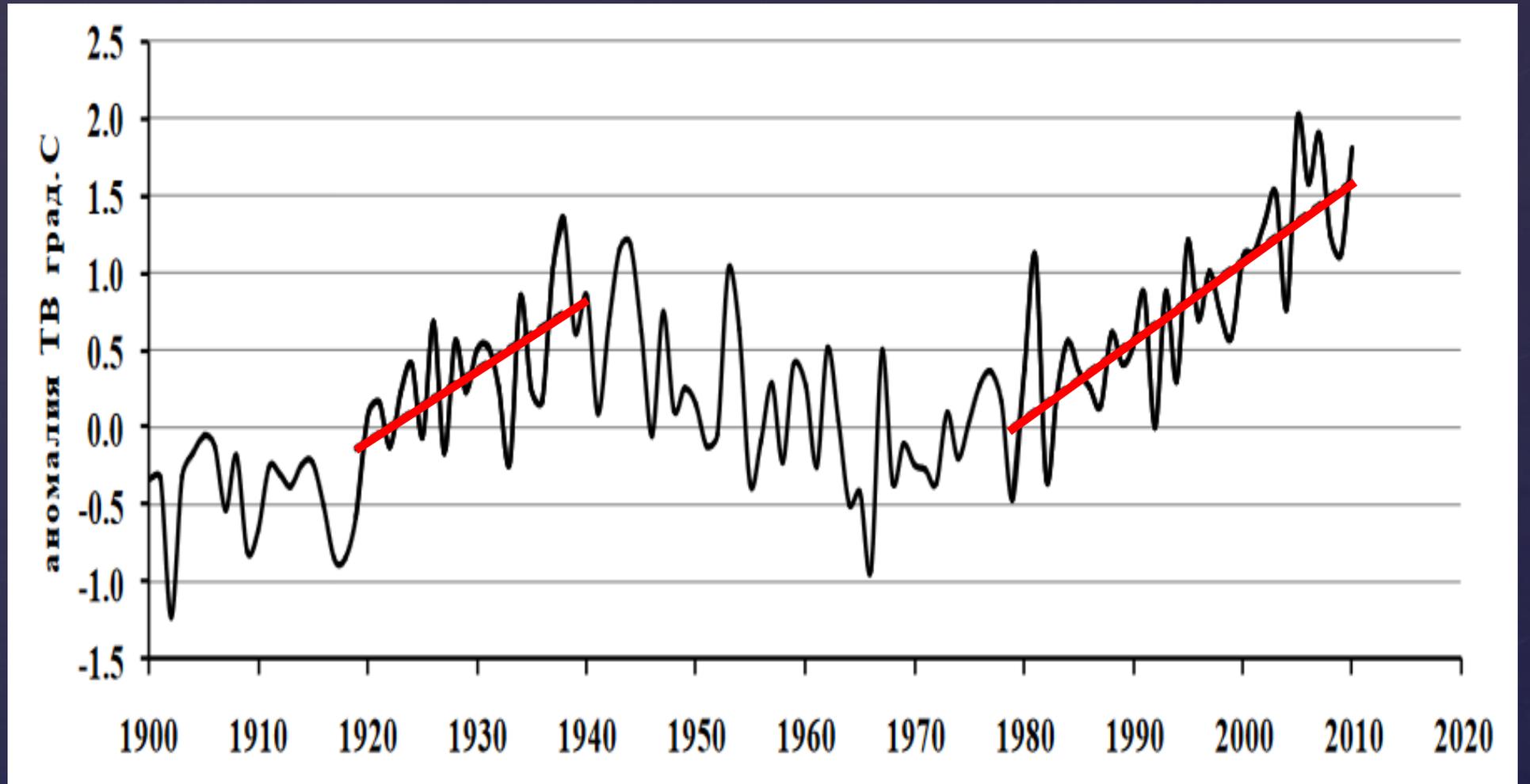
Академик В.П. Мельников

{ возможные причины, последствия, прогнозы

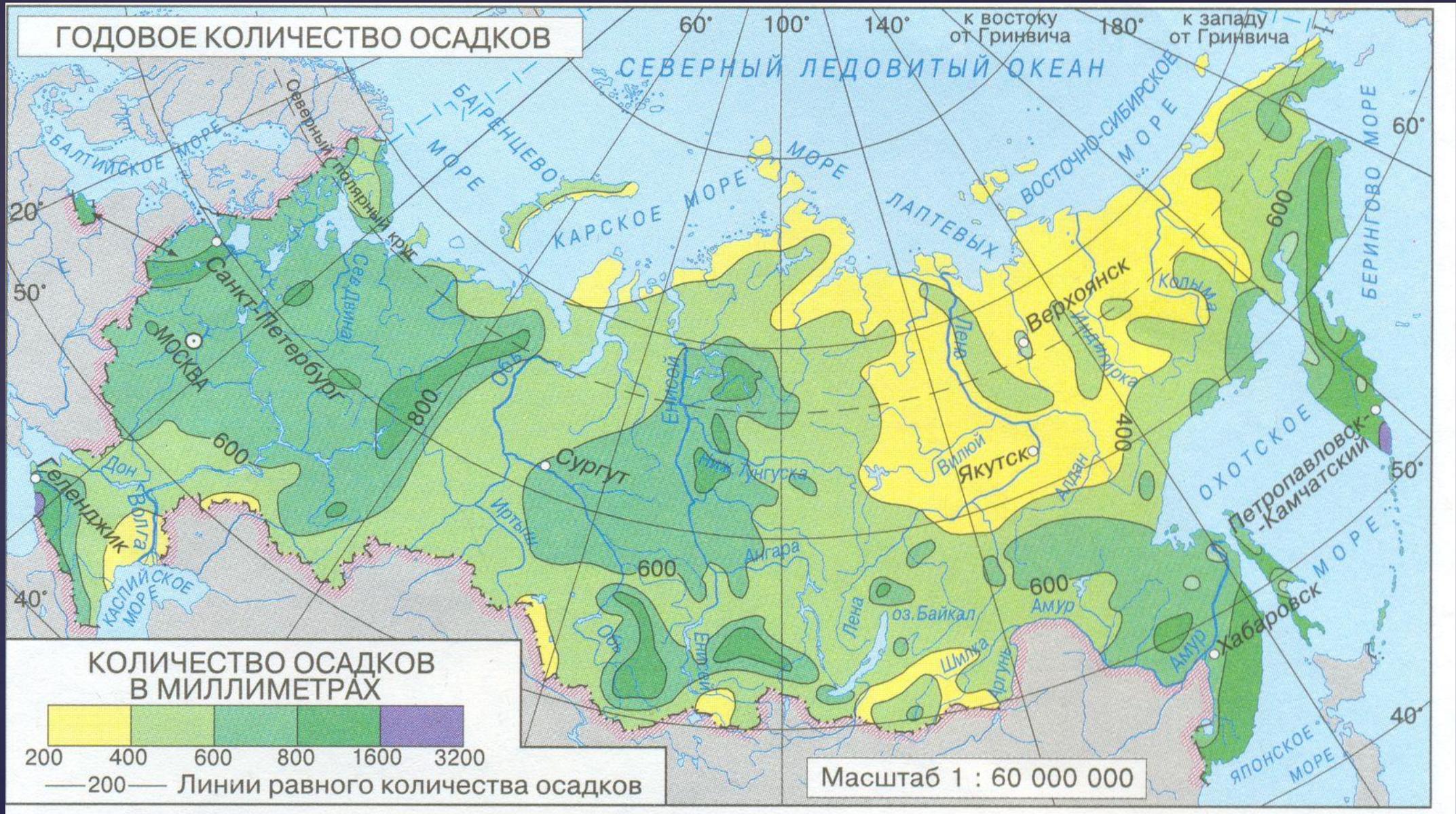
16 января 2020



Никто не знает на самом деле причин изменения, глобального, во всяком случае, изменения климата. Ведь мы знаем, что в истории нашей Земли были такие периоды, когда было и потепление, и похолодание, и это может зависеть от глобальных процессов во Вселенной. **Посчитать, как современное человечество влияет на изменение глобального климата, очень сложно, если вообще возможно.** Темпы роста температур у нас выше, чем в среднем на планете, в 2,5 раза. 70 процентов нашей территории находится в северных широтах, у нас есть целые города за Полярным кругом, которые построены **на вечной мерзлоте**. Если она начнёт таять, вы представляете, какие последствия здесь могут для нас возникнуть. Очень серьёзные.



«Потепление Арктики» - 20-40-годы прошлого столетия.



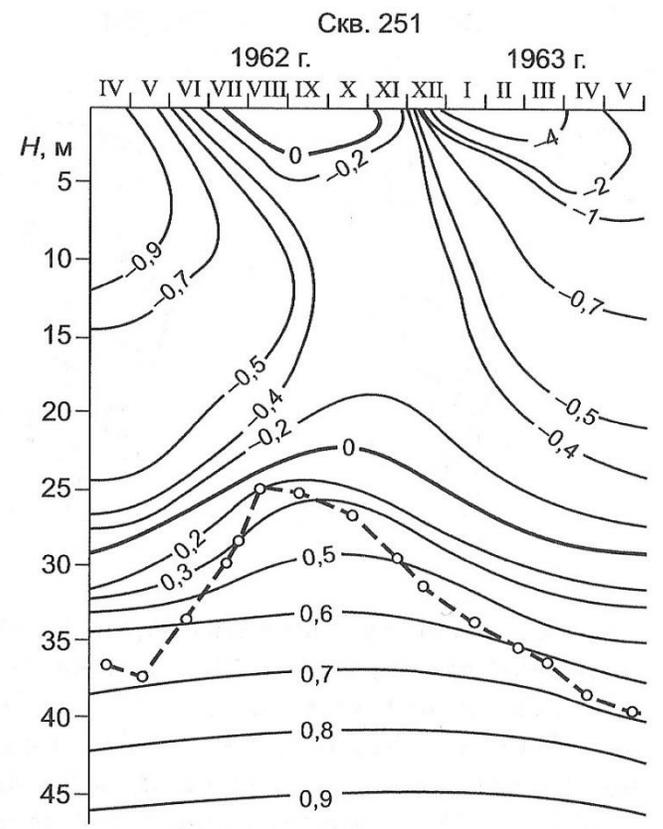
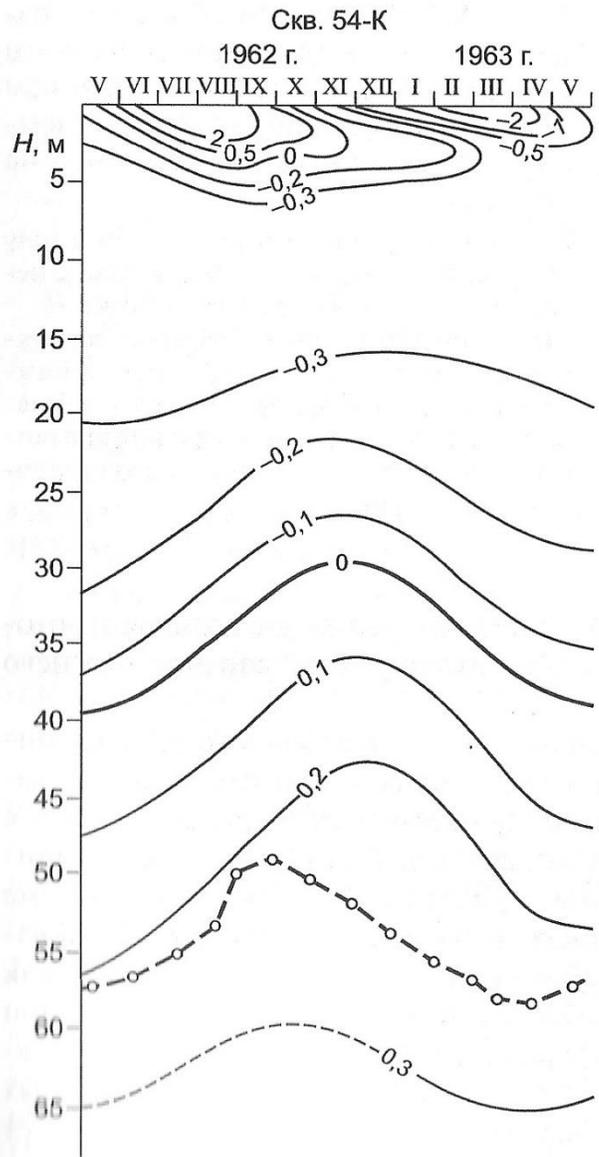
Якутия – одно из наиболее засушливых мест России. По количеству осадков она сопоставима со степями Монголии и пустыней Гоби.



Основатель мерзловедения, как самостоятельной науки, Михаил Иванович Сумгин (1873-1942) кратко определил его как учение о вечной мерзлоте и мерзлых грунтах, т.е. о нахождении горных пород в мерзлом состоянии длительное время, по сути, вечно по сравнению с продолжительностью человеческой жизни.

«Русский сфинкс»,  
поглощающий  
геокриологов





Колебания температуры на нижней границе мерзлоты





Фото из ресторана  
«7 небо» на Останкинской  
телевышке. Высота 328  
метров.



# Первостихии (элементы) Аристотеля и их основные свойства

Тепло + сухость = Огонь

Тепло + влажность = Воздух

Холод + влажность = Вода

Холод + сухость = Земля

Холод - одно из двух первичных свойств двух элементов Земли и Воды.

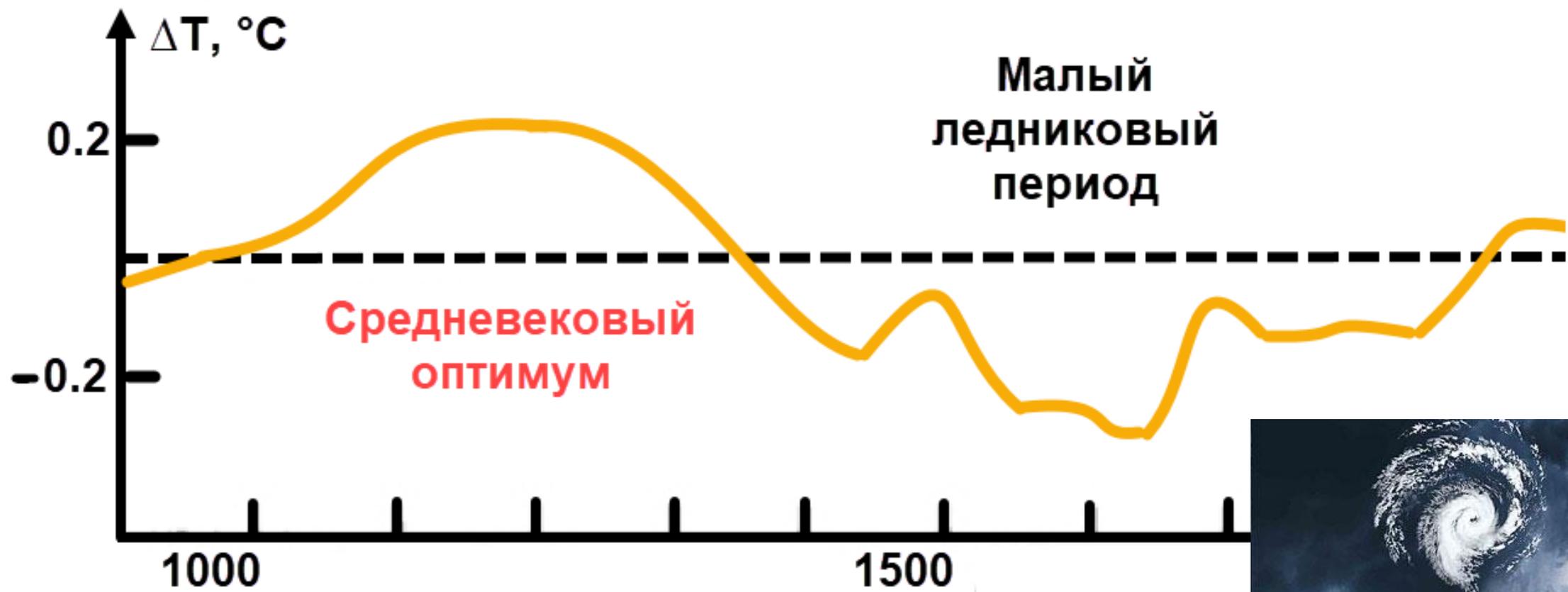
Стихия - первоначальный элемент.

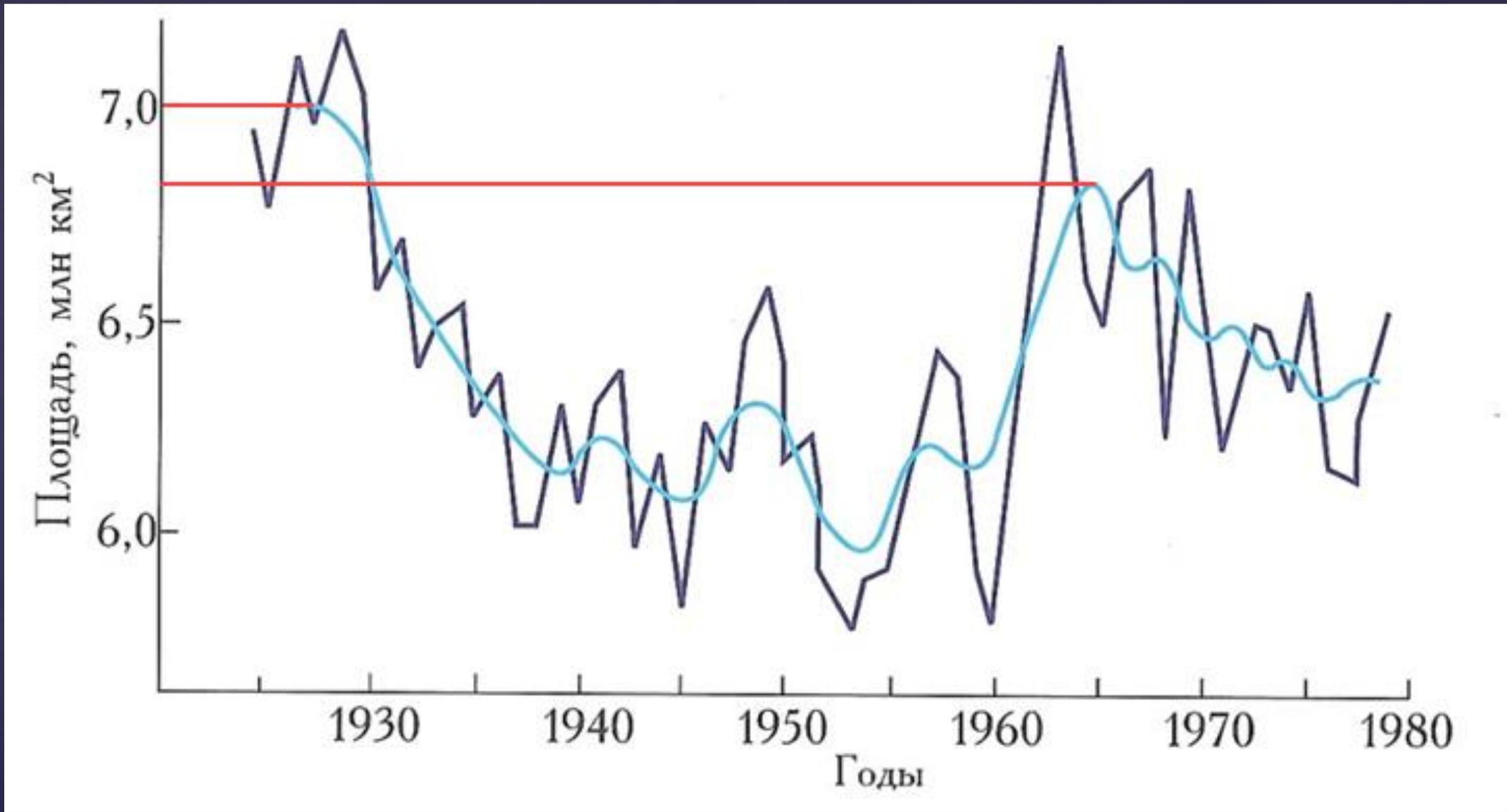
Тепло, Холод, Влажность, Сухость - 4 состояния стихий.





Альфред Лотар Вегенер (1880-1930) – создатель теории дрейфа материков. Литосферные плиты, легкие по сравнению с более глубокими слоями земной коры способны, как «льдины» дрейфовать на поверхности Земли.

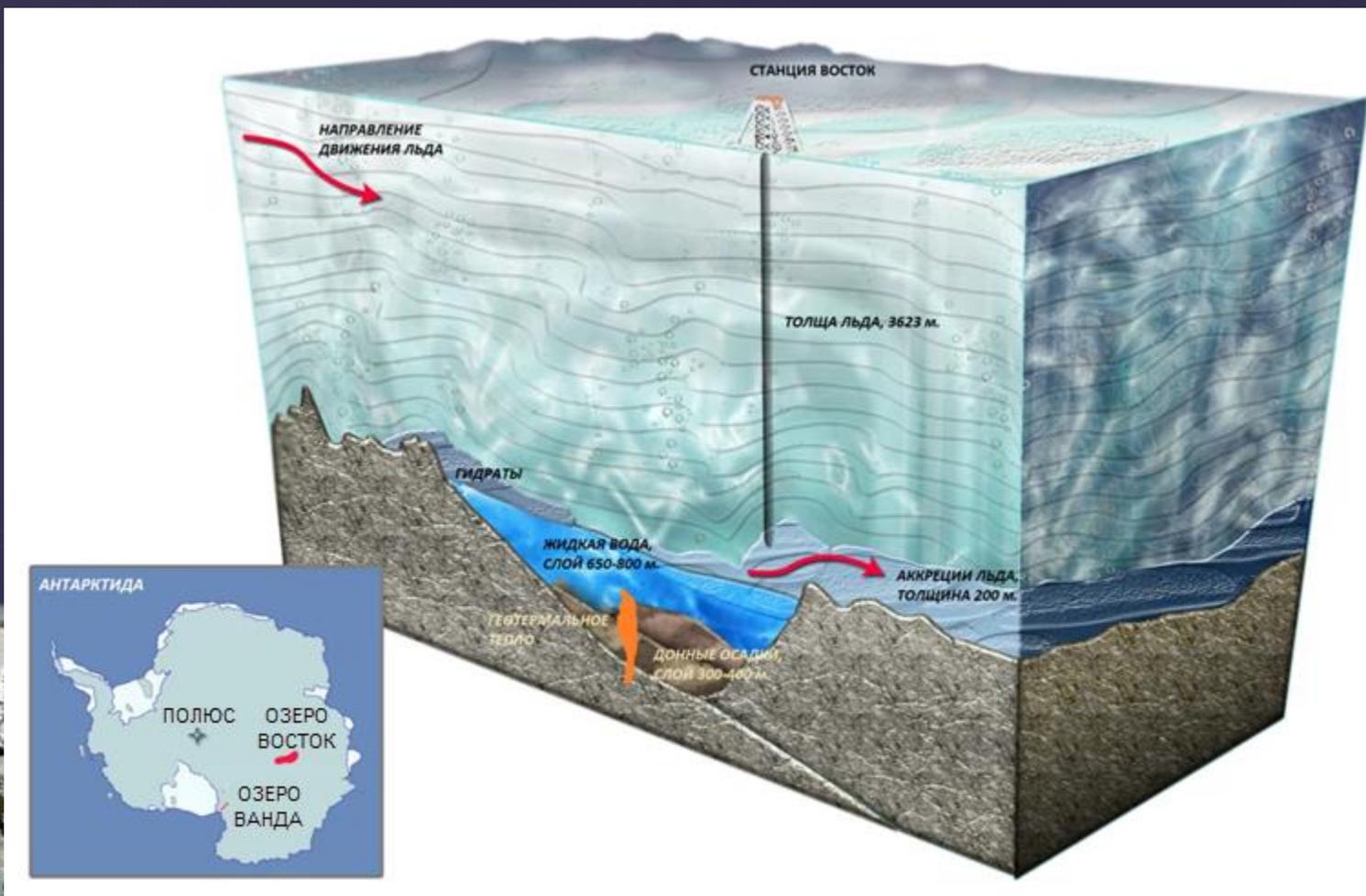
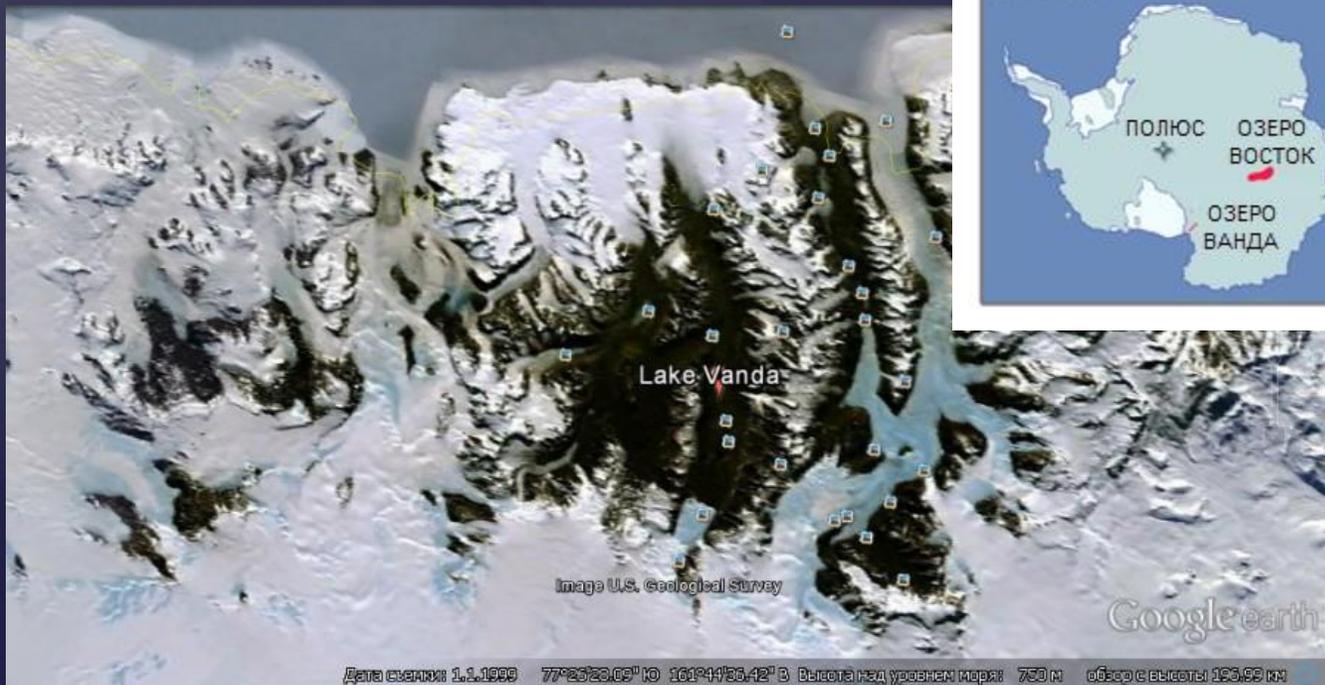




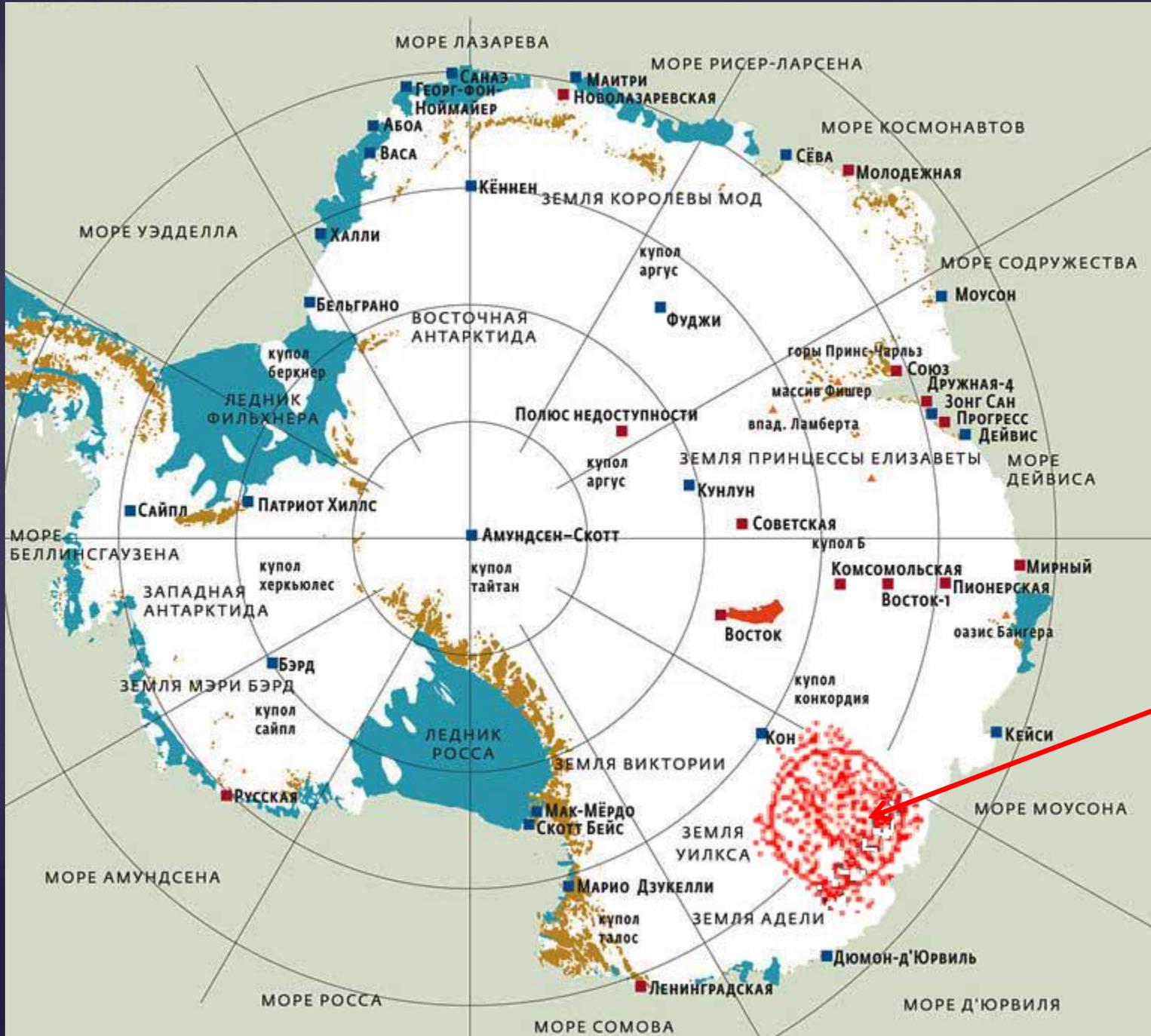
Площадь льда в Северном ледовитом океане во второй половине августа



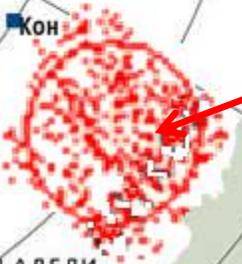
# Озеро Ванда



# Озеро Восток



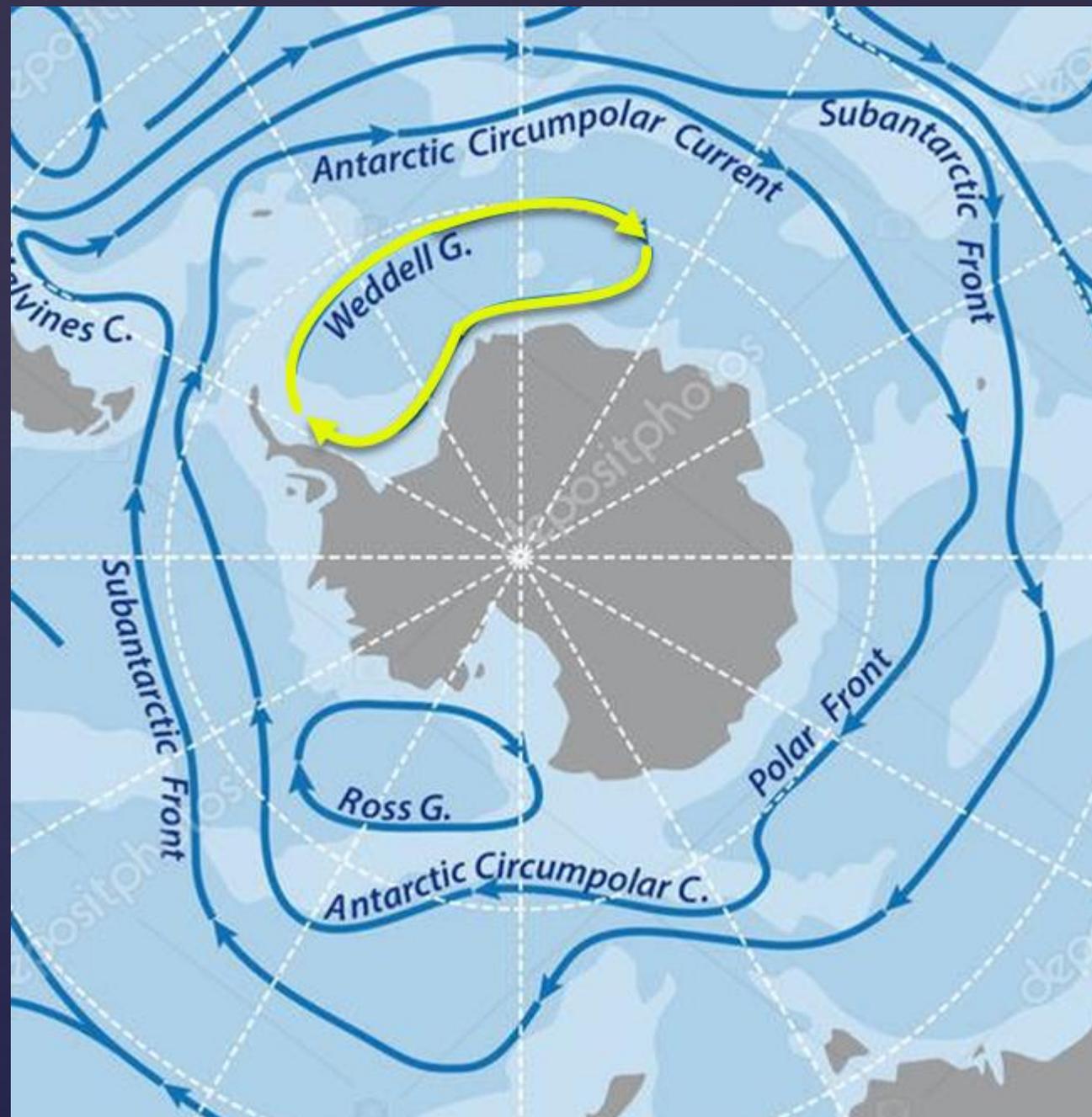
Кратер  
Земли  
Уилкса

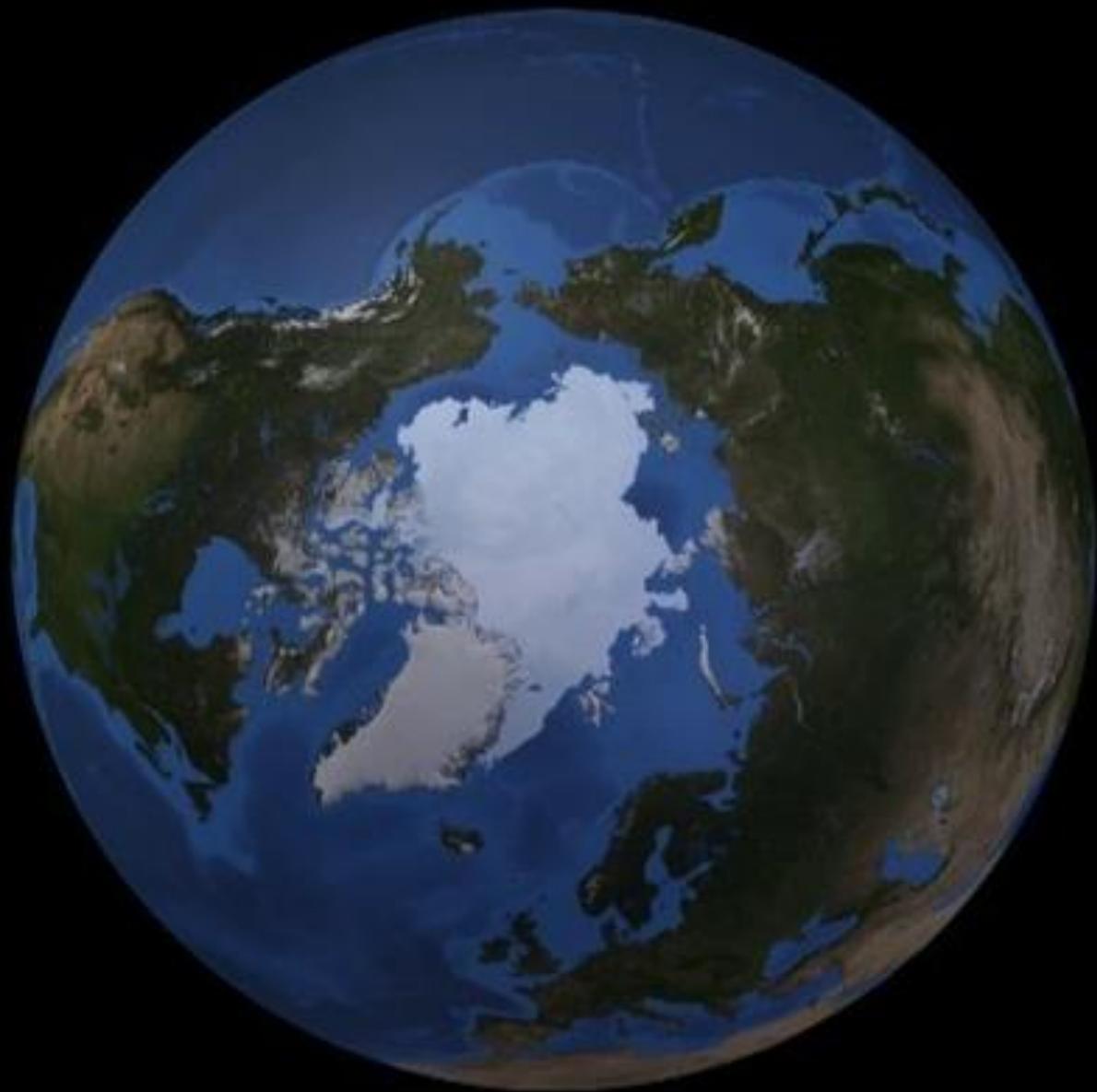




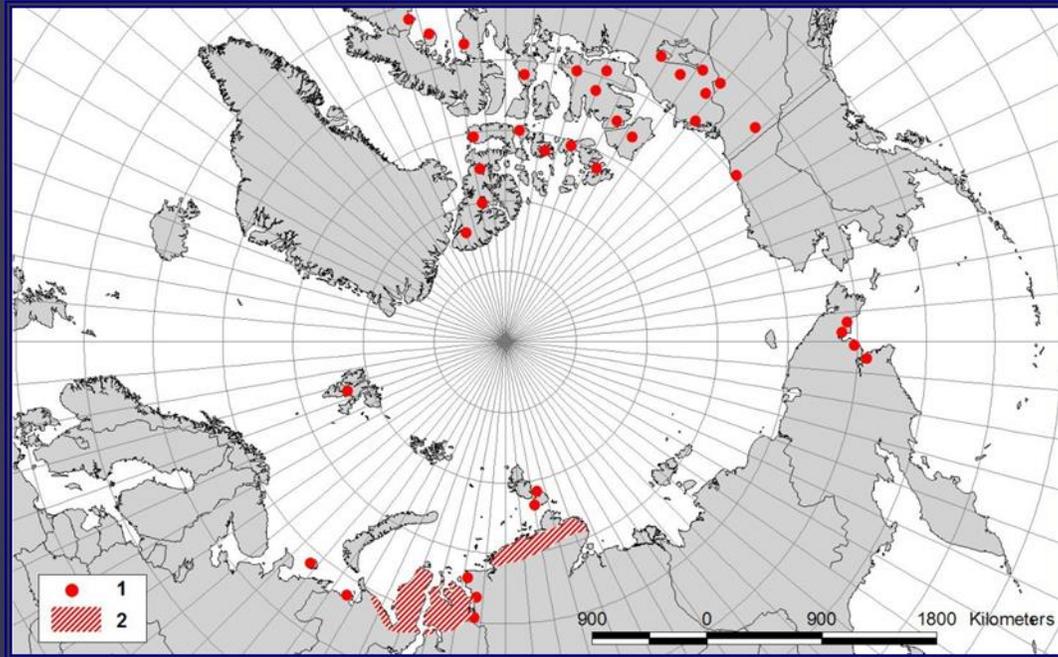
Концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере и колебания средней температуры за последние 400000 лет

АНТАРКТИЧЕСКОЕ  
ЦИРКУМПОЛЯРНОЕ  
ТЕЧЕНИЕ - крупнейшее  
холодное течение  
Мирового океана.  
Опоясывает земной шар  
непрерывным кольцом.  
Течение проникает  
почти до дна океана

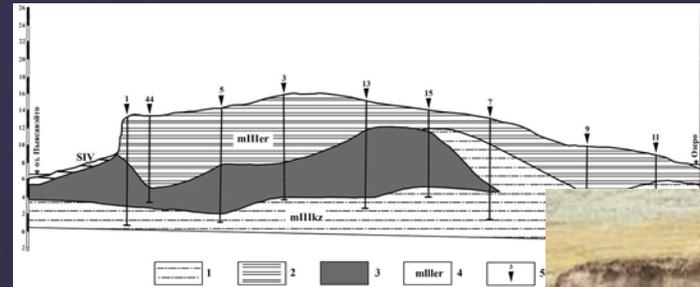




# Арктика и Субарктика последствия потепления



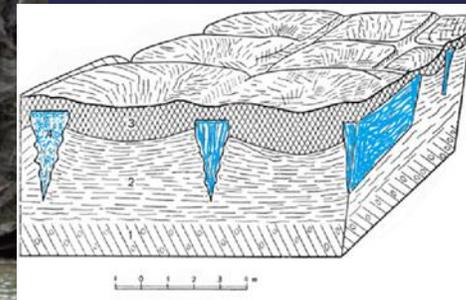
Области распространения подземных пластовых льдов



Полигенетический пластовый лед



Повторно-жильный лед



# Причины вспышки сибирской язвы в 2016 г



**Термоэрозия** - размыв мерзлоты текучей водой с образованием временного водотока (оврага) или водобойного колодца

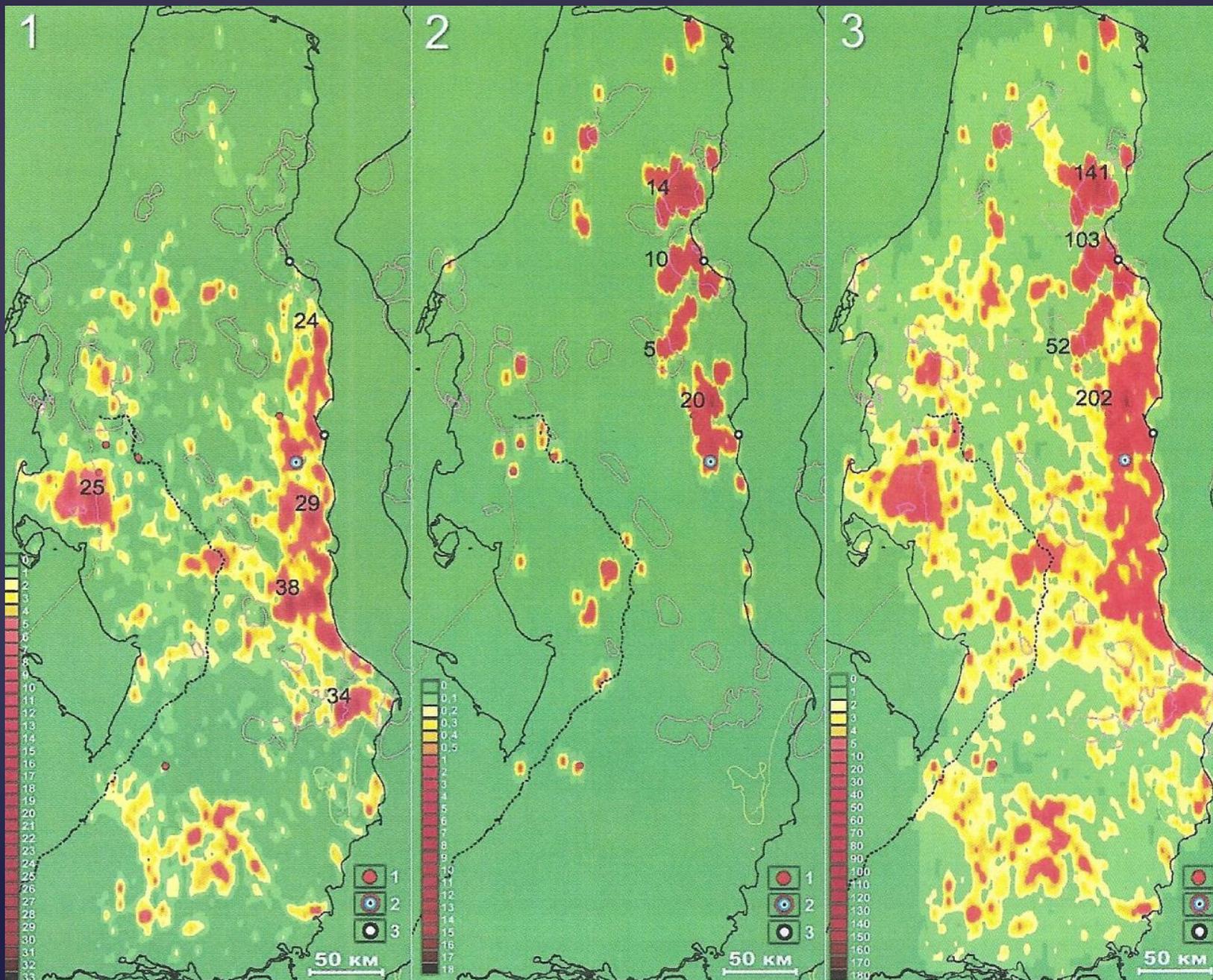
**Термоабразия** - подмыв берега озера или моря водой с образованием водоприбойной ниши и обрушением берега

**Термоденудация** - вытаивание подземных льдов, оползание разжиженных пород с образованием термоцирков и термотерасс

**Термокарст** - вытаивание подземных льдов с образованием термокарстовых озер



Бованенковский кратер

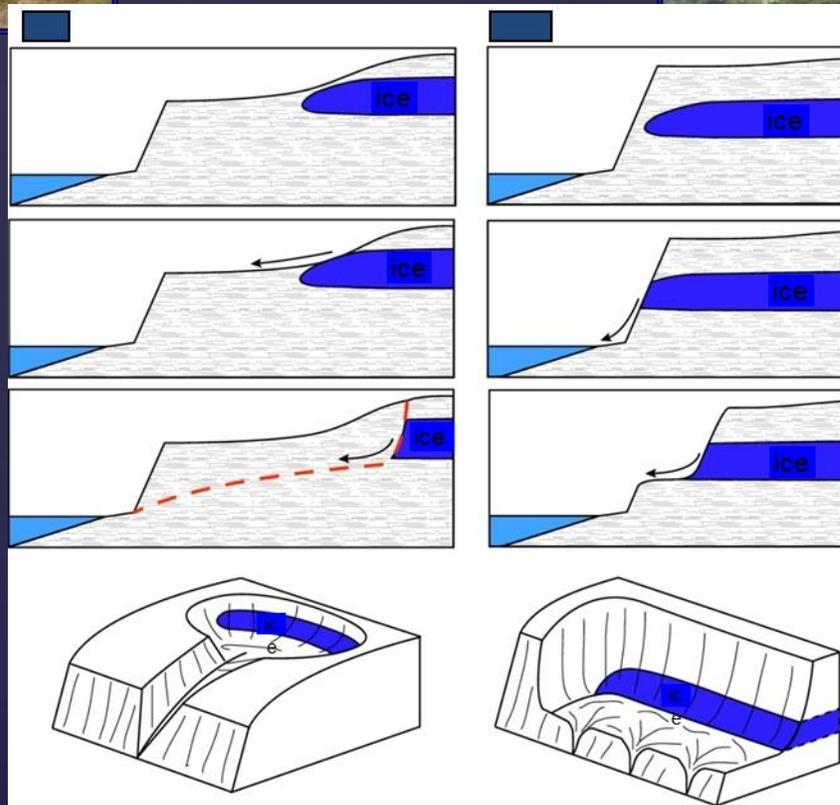


Схемы плотности распространения на Ямале:

1. Бугров пучения,
2. Озер, с кратерами выброса газа на дне,
3. Риска возникновения выбросов газа



Термоцирки по  
пластовым льдам



Термотеррасы по  
пластовым льдам

# Термоденудация

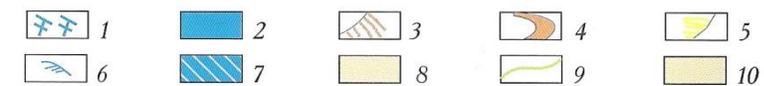
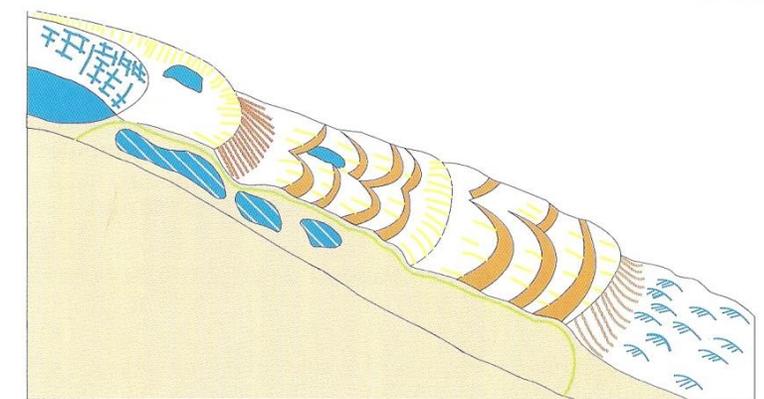
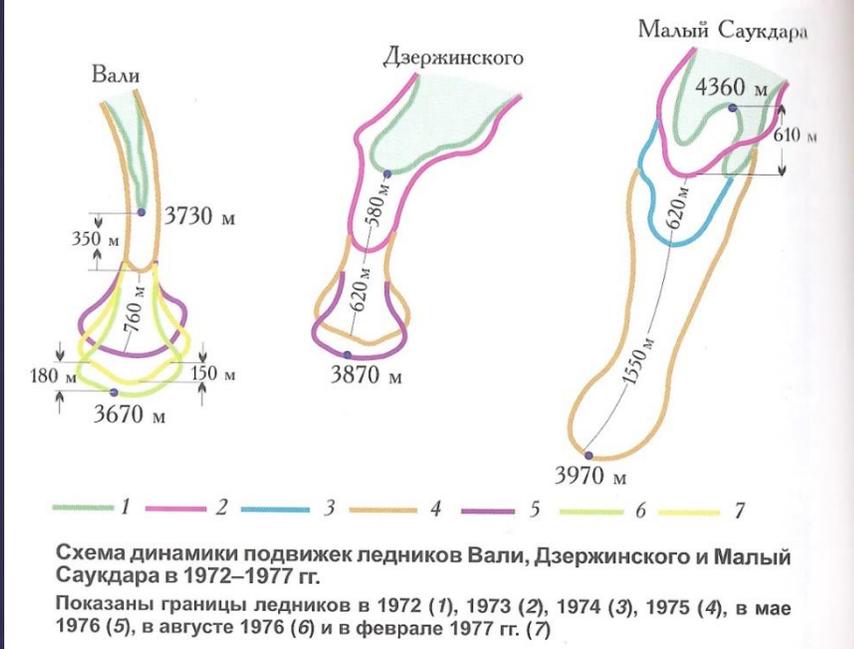




Активная термотерраса с выходами пластового льда и конусами выноса на пляж



Термоцирки и термотеррасы по ПЖЛ



Строение приледникового каменного глетчера  
1 – конец языка современного ледника; 2 – выходы погребенного льда; 3 – стадияльная морена; 4 – дугообразные вали и ложбины; 5 – фронтальный уступ; 6 – древний каменный глетчер; 7 – погребенный лед; 8 – коренные породы; 9 – граница многолетней мерзлоты; 10 – обломочный материал



Вид органических пятен:  
отдельное свежее  
и слившиеся  
прошлогодние пятна

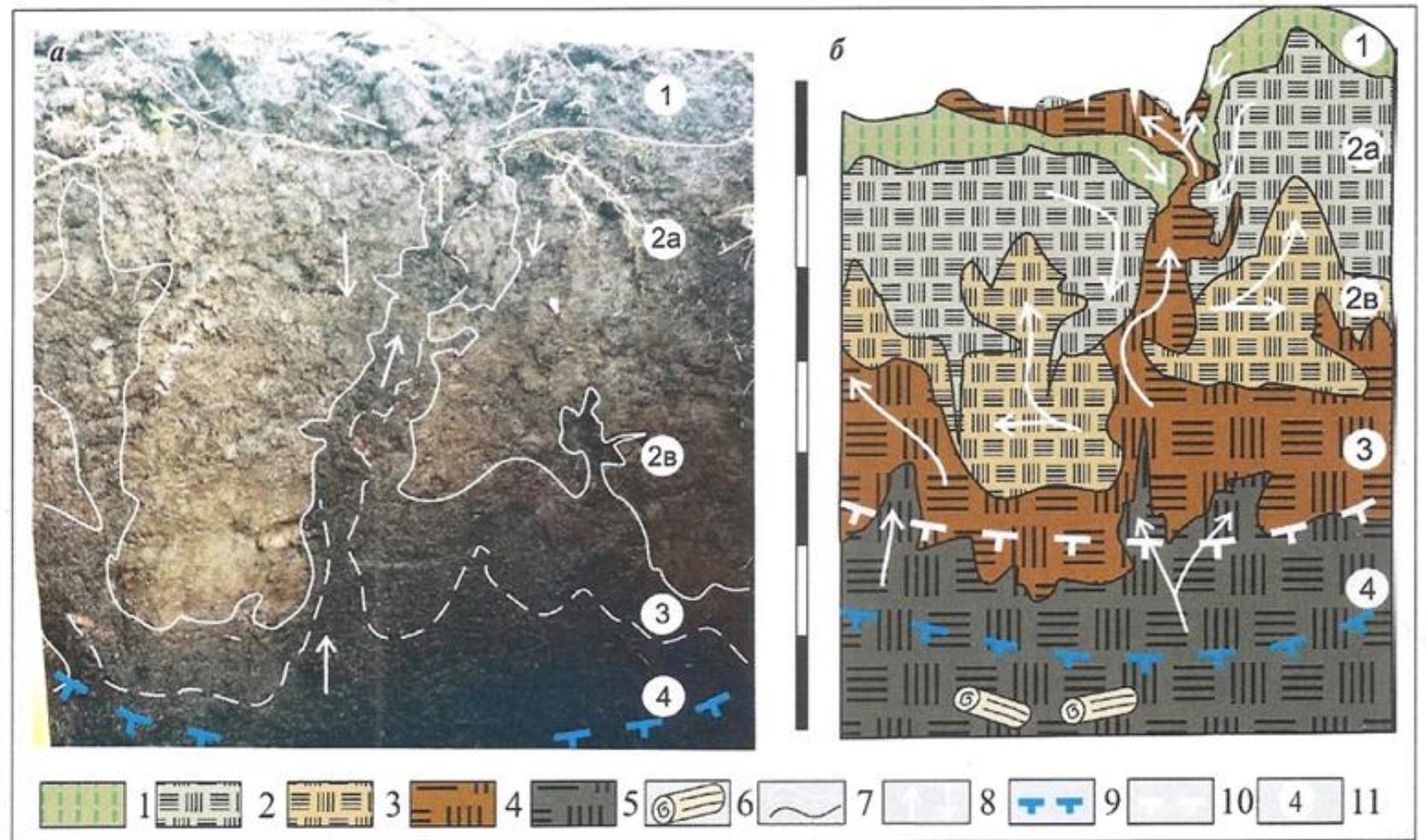


Рис. 4. Разрез пятна-медальона на фотографии (а), схема строения торфа в СТС и направления перемещения органического материала (б). 1-5 — слои торфа (см. описание в тексте); 6 — древесные остатки; 7 — границы слоев; 8 — направление инъекции и перемещения органического материала; 9 — современная граница ММП; 10 — реликтовая граница ММП; 11 — номер слоя.



# Чаша оттаивания в кровле многолетнемерзлого торфа

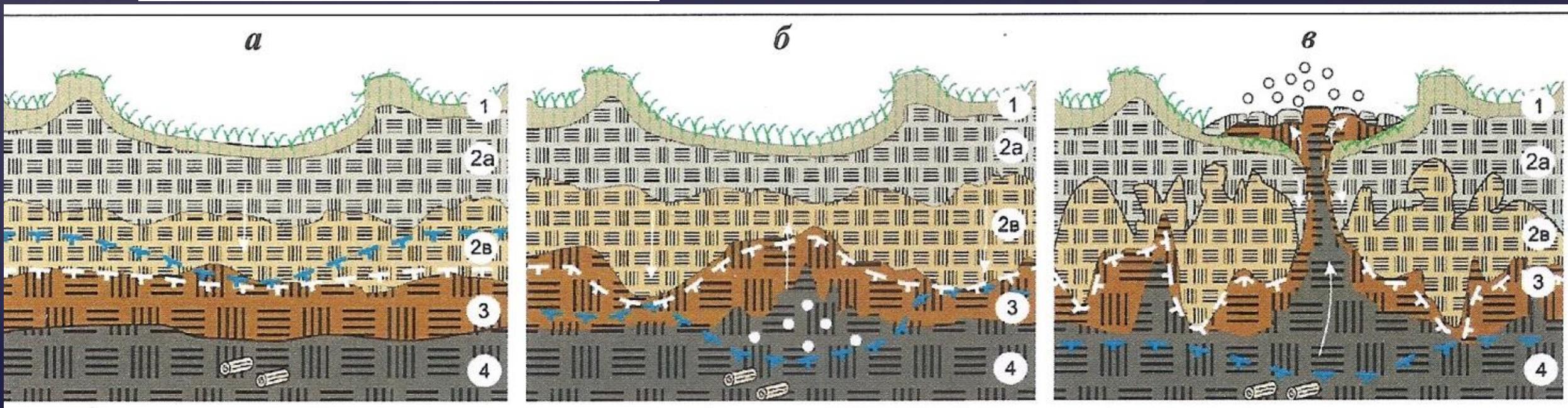
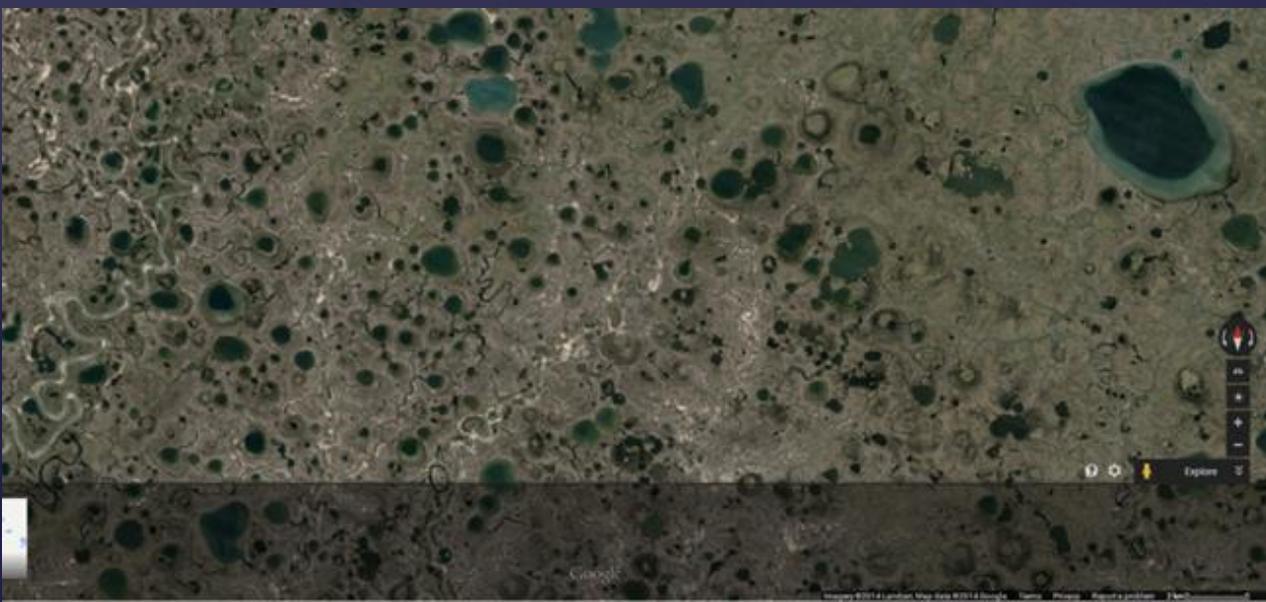
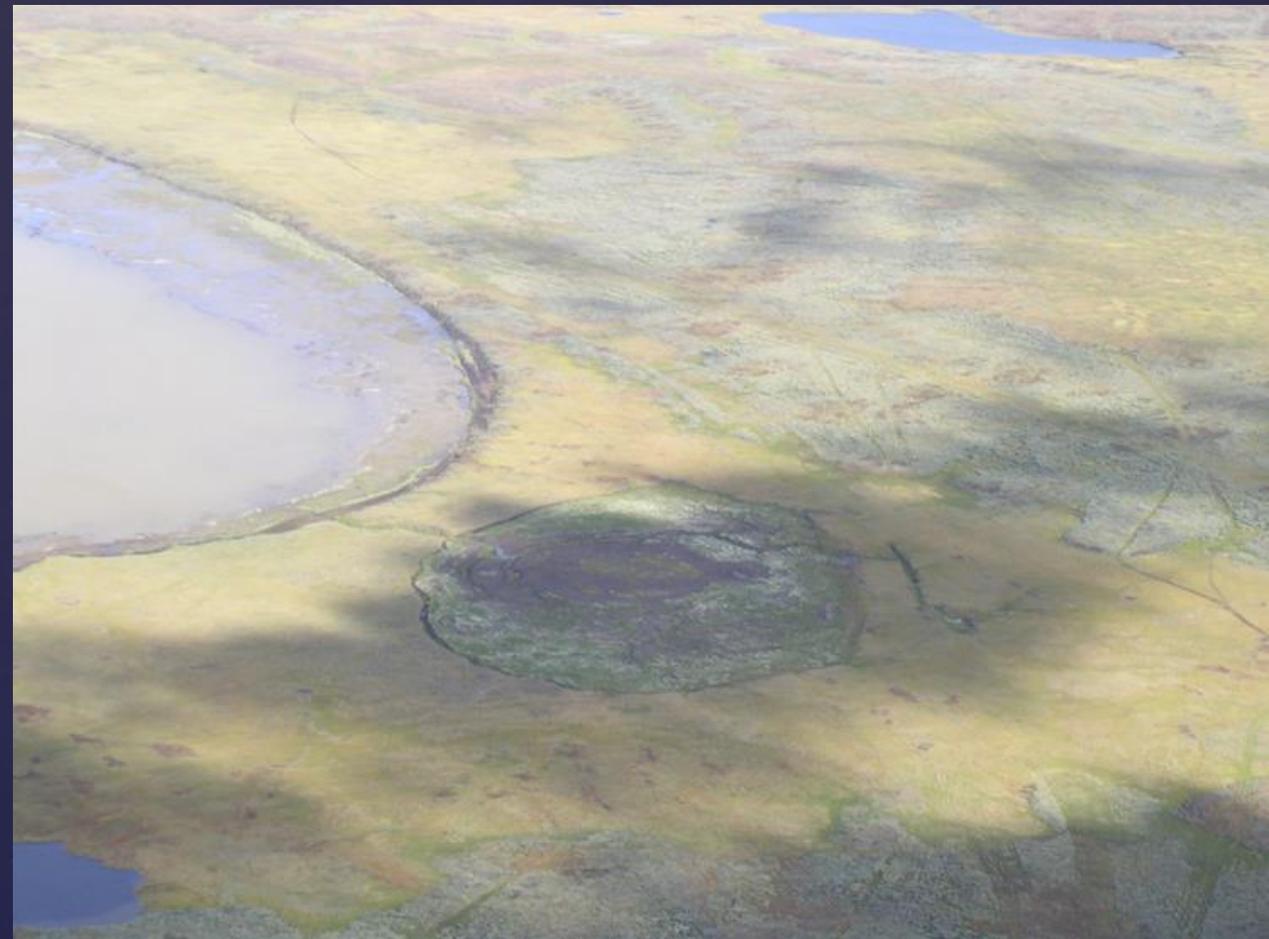


Схема образования пятен-медальонов

# Термокарст





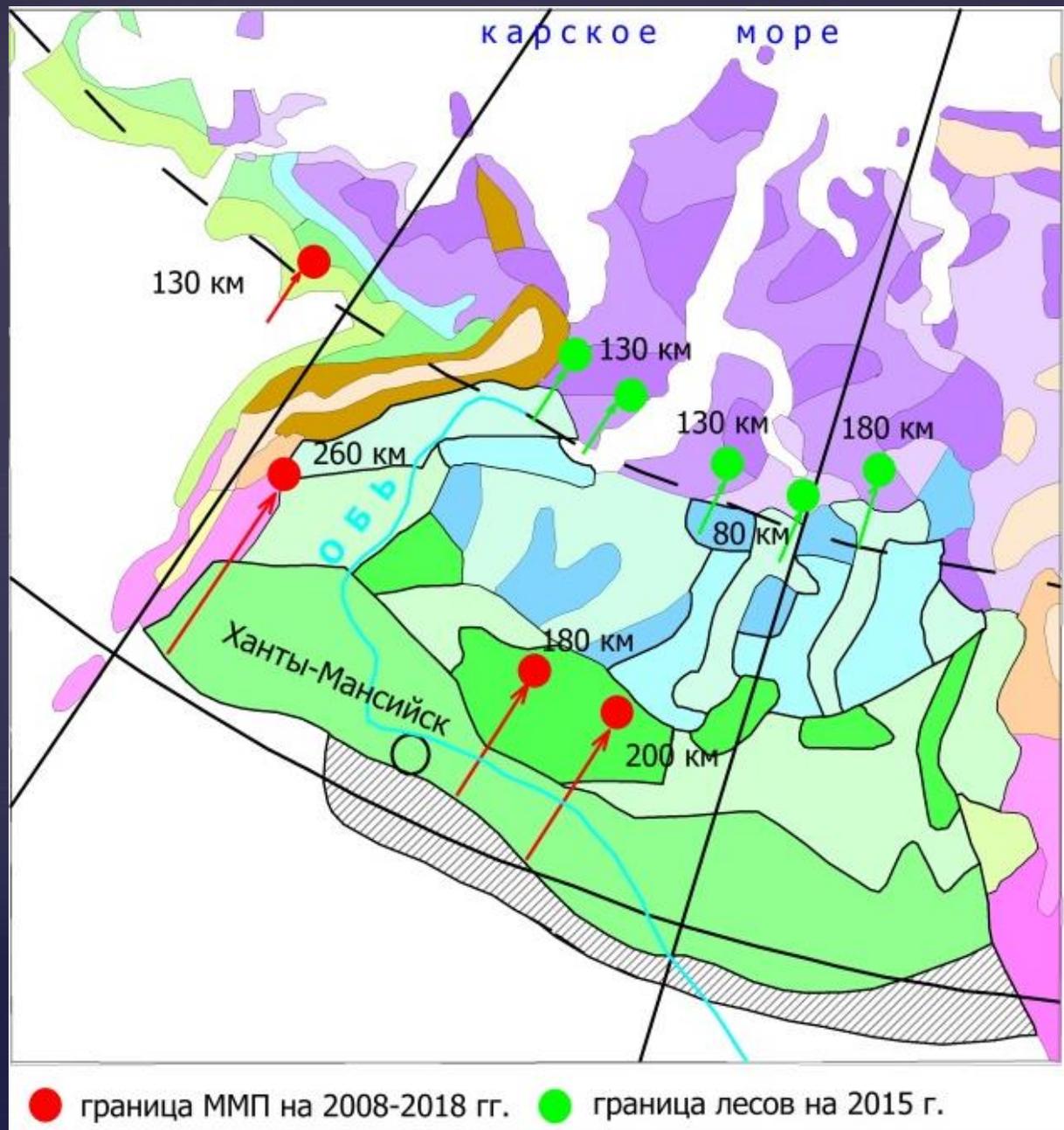
**Восточно-Сибирское море**



Прибрежный шлейф  
взвешенных наносов



Термоабразия



Перемещение более южных ландшафтов к северу в связи с отступанием мерзлоты

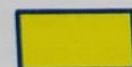
# 1. Климатические изменения.

## Тренды среднегодовой температуры воздуха (°С/год) в разные временные интервалы

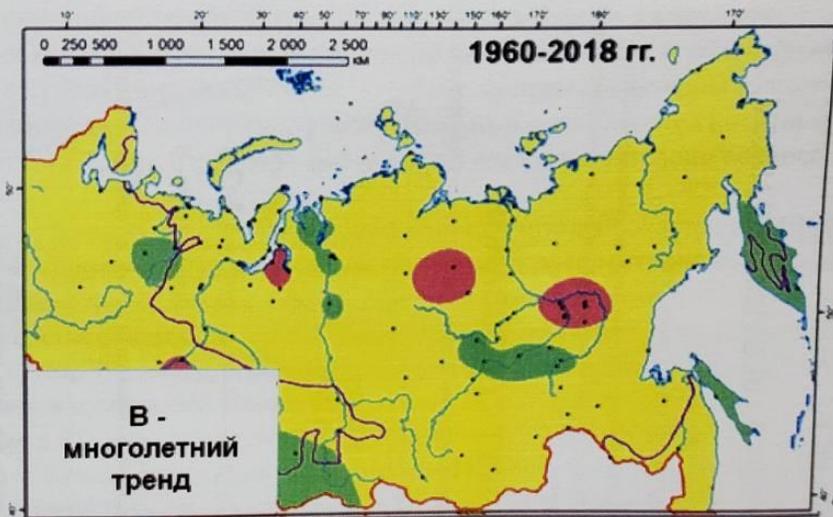


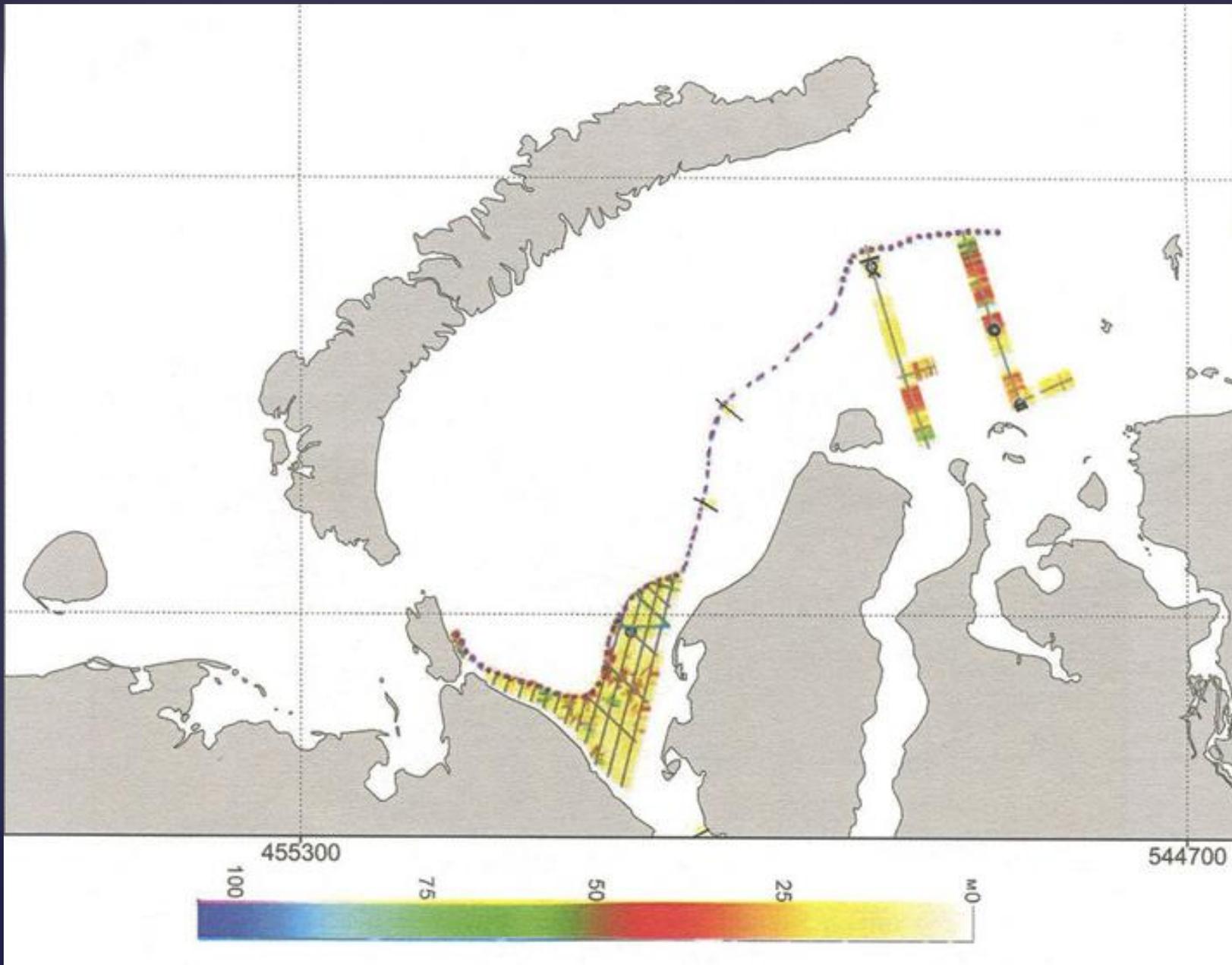
Повышение среднегодовой температуры воздуха (тренд)

 Менее  $0,3^\circ\text{C}/10\text{ лет}$

  $0,3 \dots 0,5^\circ\text{C}/10\text{ лет}$

 Более  $0,5^\circ\text{C}/10\text{ лет}$

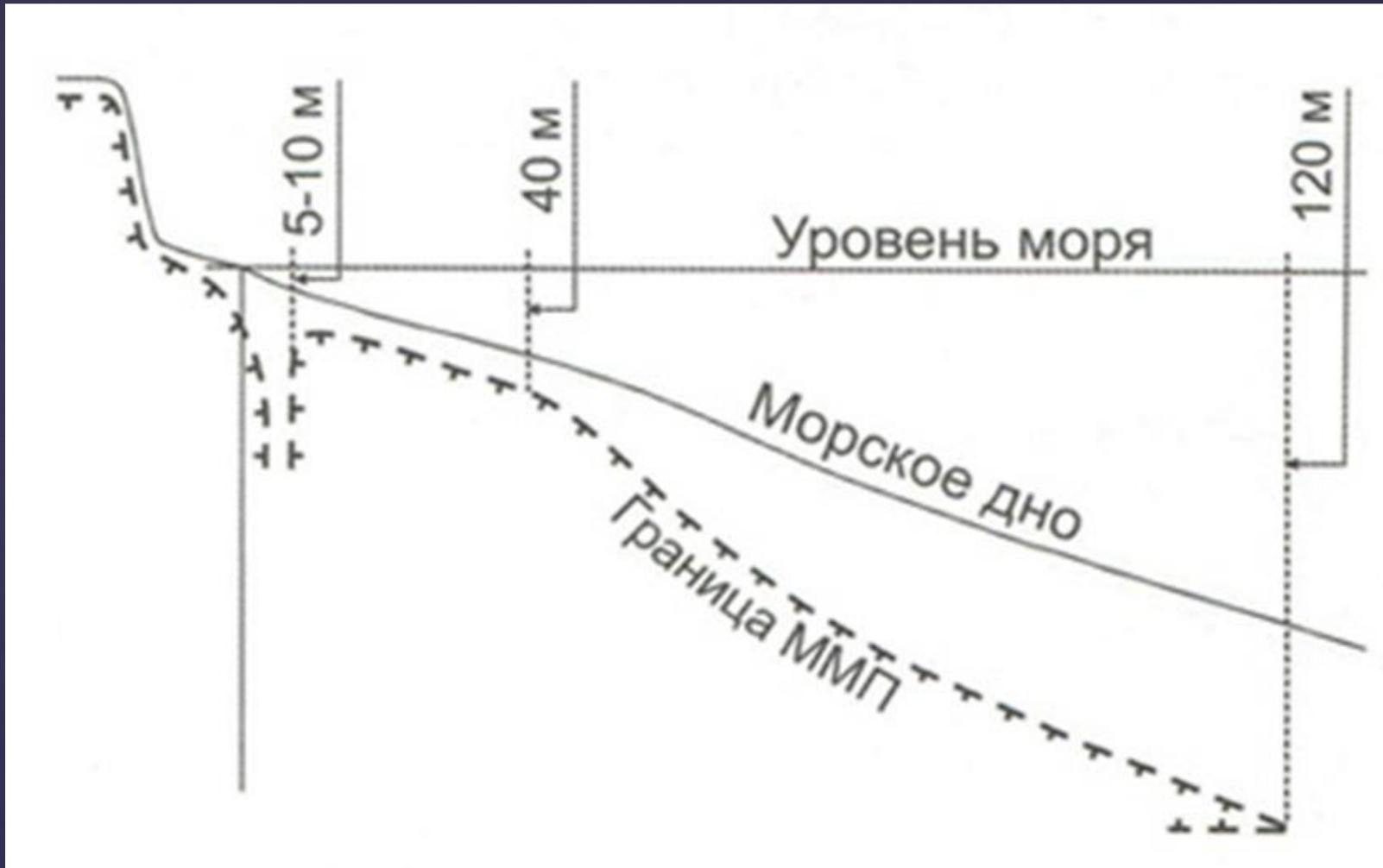




Область  
распространения  
реликтовых  
СММП

# Бугры пучения (пинго). Ямал





Модель залегания субаквальной мерзлоты в Карском море

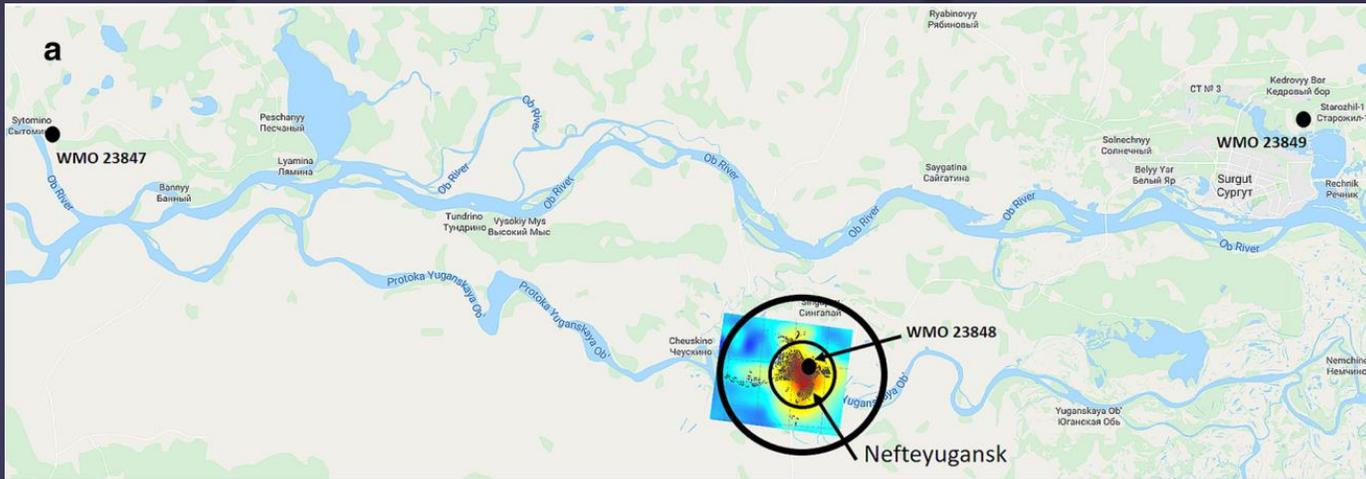


Демографическая карта  
России



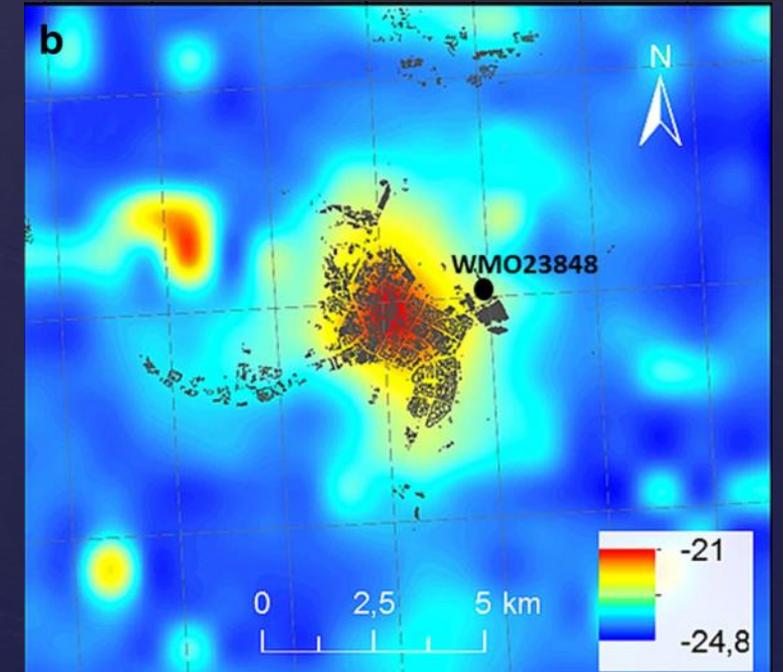
Компиляция ночных  
спутниковых снимков

# Городские островки тепла

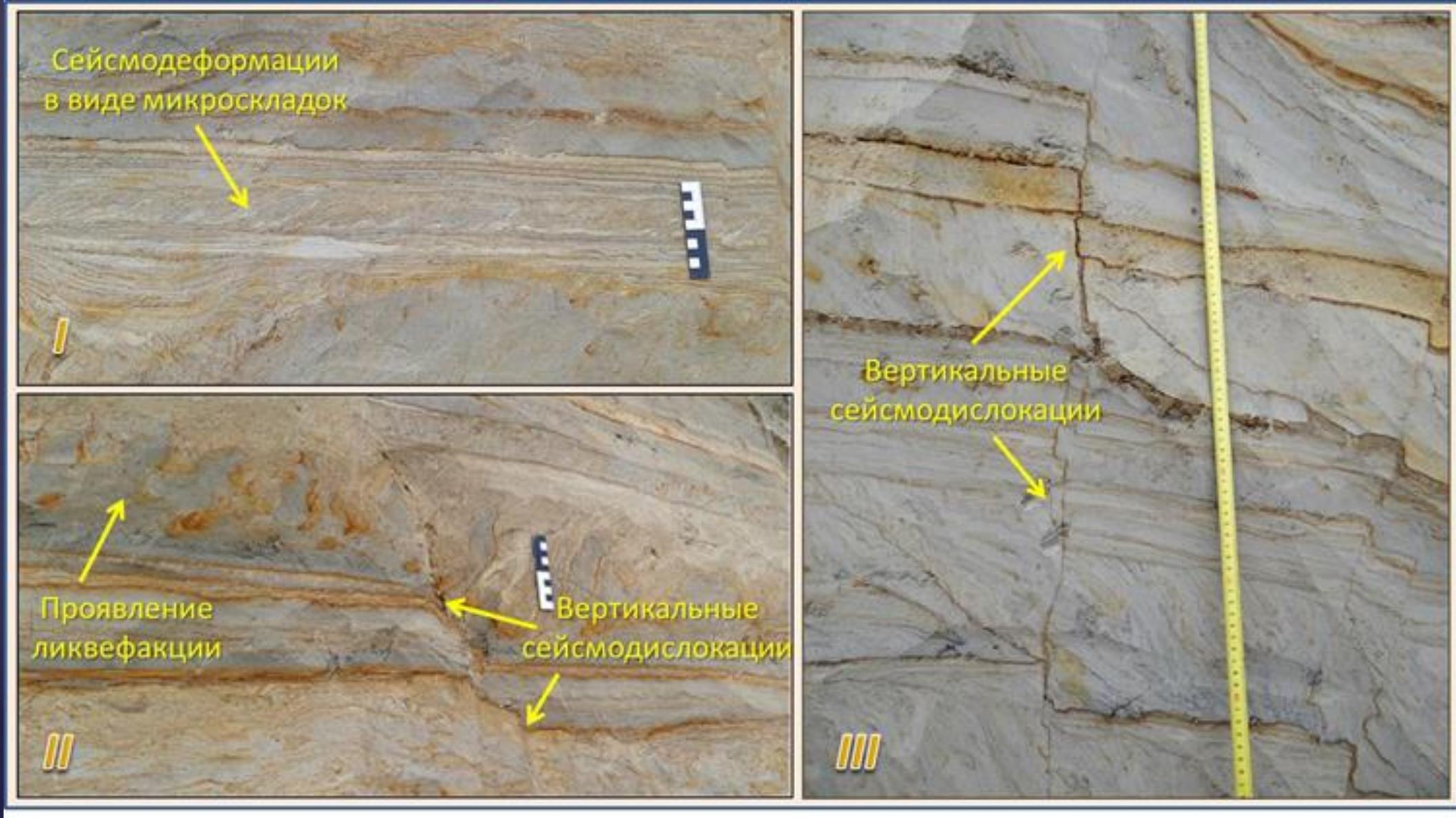


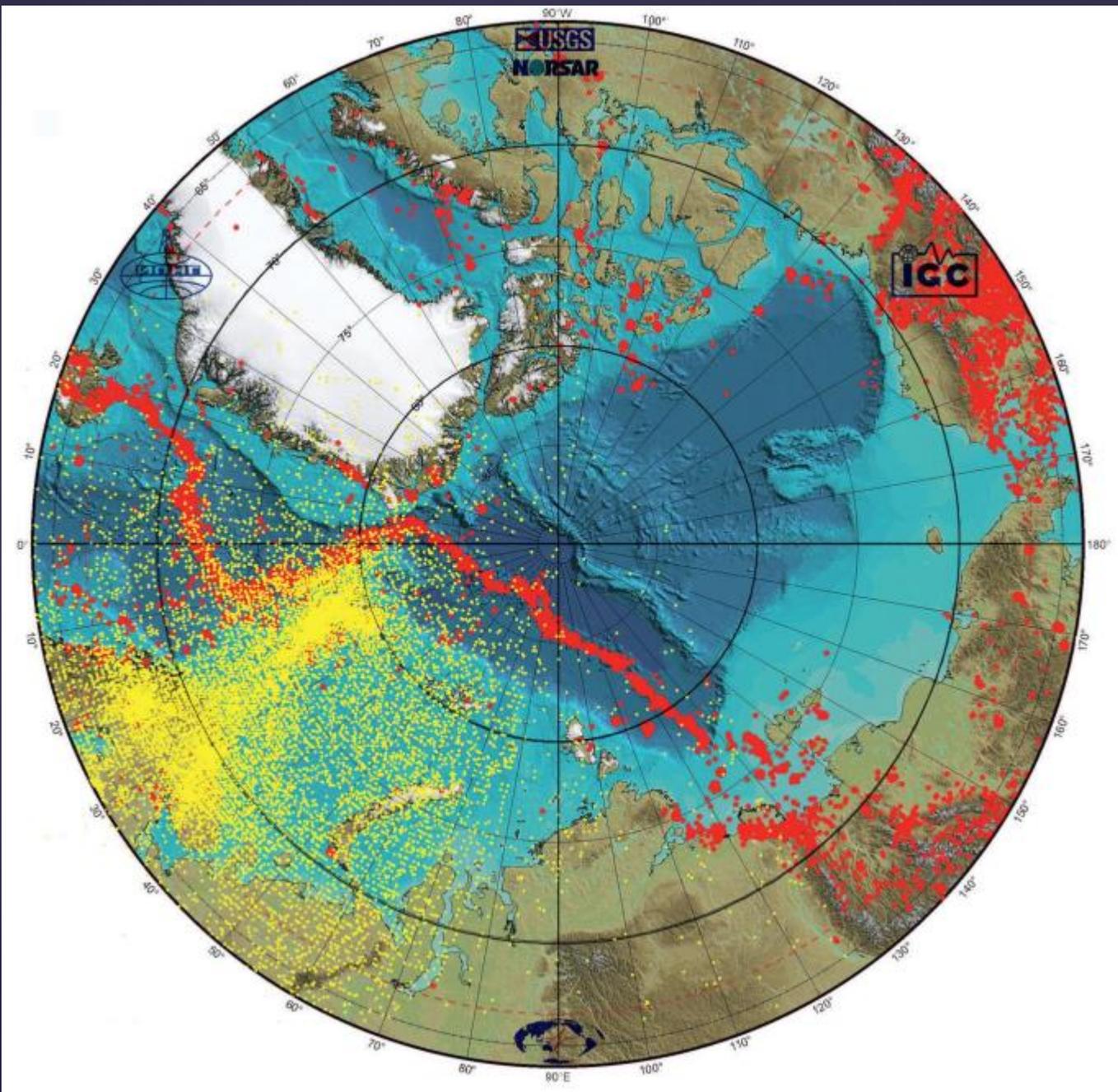
Окрестности Нефтеюганска. Даже в таком освоенном регионе, как Среднее Приобье, освоенные участки являются слабосвязанными точками среди неосвоенных территорий.

Средние сезонные температуры зимы в Нефтеюганске и его окрестностях по данным 14-летних наблюдений (2001–2014). На характерных расстояниях в 3 км наблюдается перепад температур - 4°C. Градиент температуры превышает нормальный зонально-широтный в этой же области в 70 раз. Микроклимат в городе подобен условиям в неосвоенной местности расположенной на 200 км южнее



# Различные сейсмодетформации в позднеплейстоценовых аллювиальных осадках 20-м Надымской террасы; окрестности г. Надым





Землетрясения в  
Арктике с магнитудой  
более 3 (красные  
точки) и менее 3  
(желтые точки)

# Ядерные испытания на полигоне Новая Земля



— - границы полигона

1 - район подземных испытаний

2 - район воздушных испытаний (Царь-бомба)

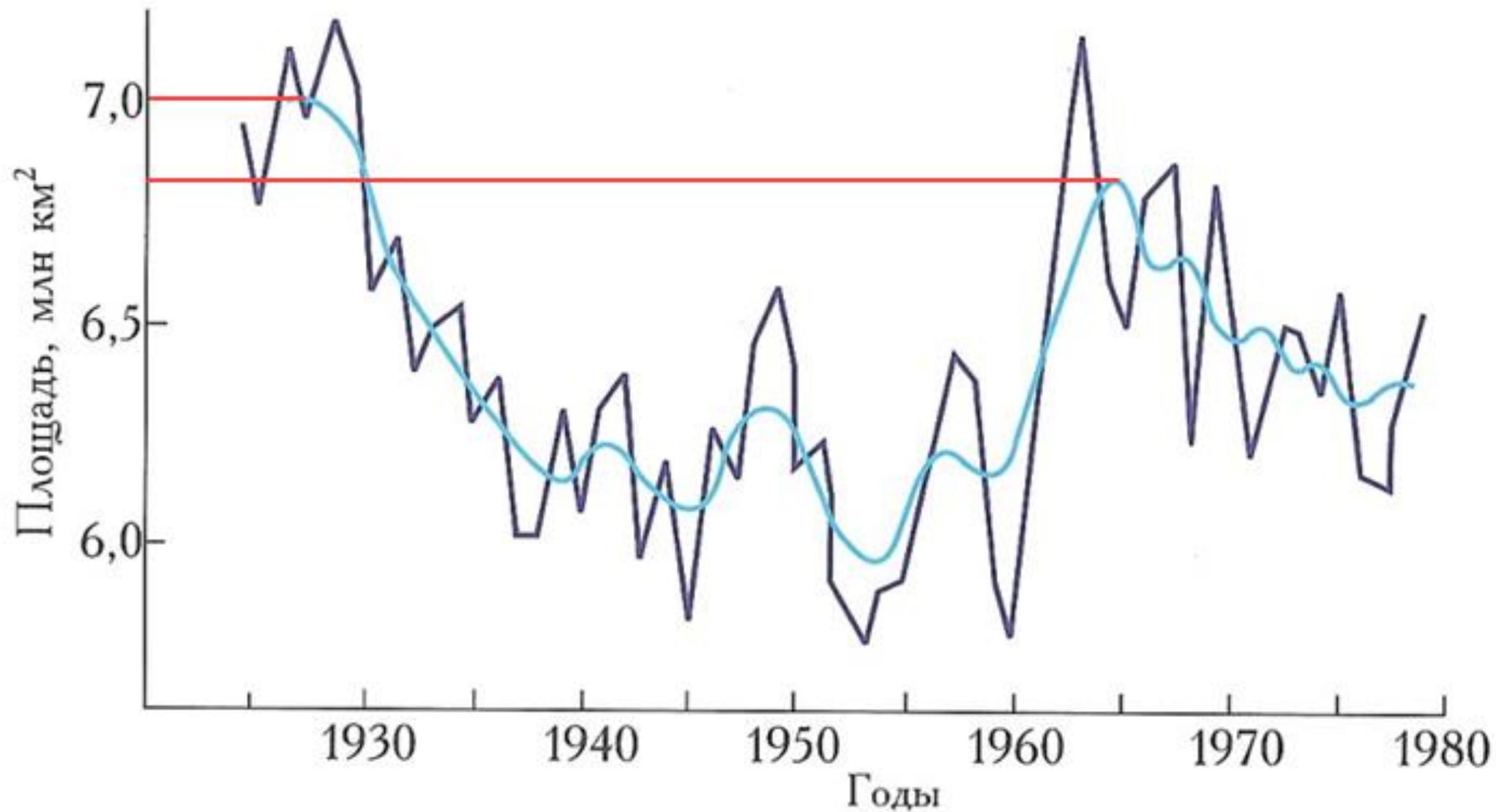
3 - подземные, подводные и наземные испытания

Сейсмическая энергия среднего ядерного взрыва  $\approx 10^{12}$  Дж, что соответствует землетрясению магнитудой 5~6 баллов по Рихтеру (Ташкентское землетрясение 1966 г.)

Мощность самого мощного подземного взрыва - 3800 кт, примерно 250 атомных бомб, сброшенных на Хиросиму, что соответствует 7-бальному землетрясению.

# Основные подземные ядерные взрывы на полигоне Новая Земля

Дата	Глубина	Мощность	Примечания
18.09.1964	-130 м	2 кТ	первое подземное испытание
27.10.1966	-700 м	700 кТ	
27.10.1966	-	700 кТ	
21.10.1967	-600 м, -500 м	260 кТ	
07.11.1968	-1000 м	165 кТ	первый групповой
14.10.1969	-500 м, -520 м	540 кТ	нештатная радиационная ситуация
14.10.1970	-1200 м	2200 кТ	
27.09.1971	-1200 м	2450 кТ	
28.08.1972	-900 м	1120 кТ	
12.09.1973	-1500 м	3800 кТ	самый мощный
27.10.1973	-1900 м	4000 кТ	
29.08.1974	-1000 м	1200 кТ	
02.11.1974	-1500 м	2300 кТ	
23.08.1975	-700 м	1100 кТ	
18.10.1975	-1100 м	600 кТ	
18.10.1975	-	600 кТ	
21.10.1975	-700 м	1300 кТ	
02.08.1987	-190 м	150 кТ	нештатная радиационная ситуация
24.10.1990	-600 м	70 кТ	Последнее ядерное испытание



Площадь льда в Северном ледовитом океане во второй половине августа

