

# *Стратиграфия и четвертичная геология*



# Стратиграфия

- Наука о последовательности напластования слоев земной коры называется стратиграфией.
- В общем случае стратиграфия сводится к выделению, описанию, определению состава и свойств, а также определению возраста слоев.
- Стратификация- расчленение породной или грунтовой толщи на слои, отличающиеся по возрасту образования и генезису (происхождению).
- Стратиграфическое расчленение (последовательность слоев по времени образования представлена в виде шкалы (стратиграфическая шкала).



## Стратиграфическая шкала

В геологии как в никакой другой науке важна последовательность установления событий, их хронологии, основанной на естественной периодизации геологической истории. Стратиграфия основана на выяснении геологической истории наиболее хорошо изученных регионов, например, в Центральной и Восточной Европе. На основе широких обобщений, сопоставления геологической истории различных регионов Земли, закономерностей эволюции органического мира в конце прошлого века на первых Международных геологических конгрессах была выработана и принята Международная стратиграфическая шкала, отражающая последовательность подразделений геологического времени, в течение которых формировались определенные комплексы отложений, и эволюцию органического мира. Таким образом, международная стратиграфическая шкала - это естественная периодизация истории Земли

## Основные принципы стратификации:

- 1. Каждый слой в осадочных породах отделяется от соседнего выраженной поверхностью. Первично, в океанах, морях, озерах осадочные слои накапливаются горизонтально и параллельно. Это принцип первичной горизонтальности.
- 2. Принцип суперпозиции заключается в том, что каждый вышележащий в разрезе слой моложе нижележащего. У каждого слоя есть кровля и подошва.
- 3. Принцип включений – обломок, валун и пр. (включения) древнее, чем слой, в котором он находится.
- 4. Принцип пересечения – любое тело, пересекающее толщу слоев, моложе этих слоев.



# Фанерозой и криптозой

- **Фанерозой (от 535 млн. лет по ныне)- эпоха органической жизни.** Осадочные слои этого времени содержат, как правило, ископаемые остатки живых организмов и органический материал (включая нефть и уголь). Каждому подразделению фанерозоя соответствует определенный комплекс остатков животных и растений.
- **Криптозой (докембрий) от 4500 до 535 млн. лет- безжизненная эпоха.** Докембрий это особый промежуток геологического времени с собственной системой периодизации и стратификации.



# Стратиграфическая шкала

## *Фанерозой*

Эратема	Система	Абс. Время, млн.лет.
Кайнозойская	Четвертичная	1.8
	Неогеновая	23
	Палеогеновая	65



Эратема	Система	Абс. Время, млн.лет.
Мезозойская	Меловая	145
	Юрская	200
	Триасовая	251

Эратема	Система	Абс. Время, млн.лет. начала
Палеозойская	Пермская	295
	Каменноугольная	360
	Девонская	418
	Силурийская	443
	Ордовикская	490
	Кембрийская	535



# Криптозой (докембрий)

Архотема	Эонотема	Эратема	Система
Протерозойская (2500-635 млн.лет)	Верхне-протерозойская (1650млн.лет)		Вендская
		Рифейская	
	Нижне-протерозойская (2500млн.лет)	Верхне-карельская	
		Нижне-карельская	



Аркотема	Эонотема	Эратема
Архейская (2500-4500млн .лет)	Верхнеархейская (3150млн.лет)	Верхне- лопийская
		Средне- лопийская
	Нижнеархейская (4500млн.лет)	Нижне- лопийская

Акротема	Эонотема	Эратема	Система		Возраст (млн лет)
			Венская V	Верхний отдел V, Нижний отдел V	
Протерозойская PR	Верхнепротерозойская PR <sub>2</sub>	Рифейская RF	Верхнерифейская (Каратавская) RF <sub>3</sub>	570-555	600
				Среднерифейская (Юрматинская) RF <sub>2</sub>	
		Нижнерифейская (Бурзянская) RF <sub>1</sub>	1030		
		Карельская KR (Нижнепротерозойская PR <sub>1</sub> )	Верхнекарельская KR <sub>2</sub>	1350	
Нижнекарельская KR <sub>1</sub>	1650				
Архейская AR	Лопийская LP (Верхнеархейская)	Верхнелопийская LP <sub>3</sub>	2100		
		Среднелопийская LP <sub>2</sub>	2500		
		Нижнелопийская LP <sub>1</sub>	2800		
	Саамская SM (Нижнеархейская)	3000-3200			
				?	



Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ДОКЕМБРИЯ (Стратиграфический кодекс России, 2006 с уточнениями)

Эратема	Система	Отдел/Подотдел	Ярус	Возраст (млн лет)
Палеозойская PZ	Пермская P	Татарский P <sub>3</sub>	Северодвинский P <sub>3s</sub>	265.9
			Уральский P <sub>3u</sub>	265.9
		Биармийский P <sub>2</sub>	Казахский P <sub>2k</sub>	270.8
			Кизилский P <sub>2kz</sub>	275.6
		Приуральский P <sub>1</sub>	Кунгурский P <sub>1k</sub>	284.4
			Артинский P <sub>1ar</sub>	294.6
	Сакмарский P <sub>1s</sub>		299.0	
	Каменноугольная C	Верхний C <sub>3</sub>	Ассельский P <sub>3a</sub>	303.9
			Гуельский C <sub>3g</sub>	306.5
		Средний C <sub>2</sub>	Касимовский C <sub>2k</sub>	311.7
	Мошопский C <sub>2m</sub>		318.1	
	Нижний C <sub>1</sub>	Серпуховский C <sub>1s</sub>	Башкирский C <sub>1b</sub>	326.4
			Визейский C <sub>1v</sub>	345.3
		Турнейский C <sub>1t</sub>	359.2	
	Девонская D	Верхний D <sub>3</sub>	Фаменский D <sub>3fm</sub>	374.5
			Франкий D <sub>3f</sub>	385.3
		Средний D <sub>2</sub>	Живетский D <sub>2zv</sub> (D <sub>2g</sub> )	391.8
			Эйфельский D <sub>2ef</sub>	397.5
		Нижний D <sub>1</sub>	Эмский D <sub>1e</sub>	407.2
			Пражский D <sub>1p</sub>	411.2
	Силурийская S	Верхний S <sub>2</sub>	Локомский D <sub>1l</sub>	416.0
Природольский S <sub>2p</sub>			418.7	
Нижний S <sub>1</sub>		Лудловский S <sub>1ld</sub>	422.9	
	Венлокский S <sub>1v</sub> (S <sub>1w</sub> )	428.2		
Ордовикская O	Верхний O <sub>3</sub>	Лландоверийский S <sub>1l</sub>	443.7	
		Ашгиллийский O <sub>3aš</sub>	460.9	
	Средний O <sub>2</sub>	Карадокский O <sub>2k</sub>	471.8	
		Лланвирнский O <sub>2l</sub>	478.6	
Нижний O <sub>1</sub>	Аренгийский O <sub>1a</sub>	488.3		
	Тремадокский O <sub>1t</sub>	501.0		
Кембрийская C	Верхний C <sub>3</sub>	Бальдрбайский C <sub>3b</sub>	503.0	
		Аксайский C <sub>3a</sub>	510.0	
	Средний C <sub>2</sub>	Савский C <sub>2s</sub>	517.0	
		Алосоканский C <sub>2as</sub>	521.0	
	Нижний C <sub>1</sub>	Мяский C <sub>1m</sub>	(542.0)	
		Амгинский C <sub>1am</sub>		
	Тойонский C <sub>1tn</sub>			
	Ботомский C <sub>1b</sub>			
	Атдабанский C <sub>1at</sub>			
	Томмотский C <sub>1t</sub>			



Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ФАНОЗОЯ (ОСШ)

(Стратиграфический кодекс России, 2006)

Геологический возраст – по Шкале геологического времени

(Gradstein et al., 2004; официальный сайт

Международной Комиссии по стратиграфии: <http://www.stratigraphy.org>)

Эратема	Система	Отдел/Подотдел	Ярус	Возраст (млн лет)	
					Четвертичная Q
Кайнозойская KZ	Четвертичная Q	Голоценовый Q <sub>1</sub>	Неоплейстоцен Q <sub>1n</sub>	0.01	
			Плейстоценовый Q <sub>2</sub>	0.8	
	Неогеновая N	Плиоценовый N <sub>2</sub>	Верхний N <sub>2v</sub>	Гелазский N <sub>2g</sub>	1.81
			Средний N <sub>2s</sub>	Пьянченский N <sub>2pia</sub>	2.58
		Миоценовый N <sub>1</sub>	Нижний N <sub>1n</sub>	Занзский N <sub>1zn</sub>	5.33
			Верхний N <sub>1v</sub>	Мессинский N <sub>1ms</sub>	7.25
		Палеогеновая P	Олигоценый P <sub>3</sub>	Сарравалльский N <sub>1sv</sub>	11.61
				Средний N <sub>1s</sub>	Тортонский N <sub>1to</sub>
	Палеоценовый P <sub>2</sub>	Верхний P <sub>2v</sub>	Лангийский N <sub>1lan</sub>	15.97	
			Нижний N <sub>1n</sub>	Бурдигальский N <sub>1bu</sub>	20.43
		Эоценовый P <sub>2e</sub>	Ахвитанский N <sub>1aq</sub>	23.03	
			Верхний P <sub>2v</sub>	Хаттский P <sub>2h</sub>	28.4
		Палеоценовый P <sub>1</sub>	Верхний P <sub>1v</sub>	Рюпельский P <sub>1r</sub>	33.9
				Верхний P <sub>1v</sub>	Приабонский P <sub>1p</sub>
Нижний P <sub>1n</sub>			Средний P <sub>1s</sub>	Бартоновый P <sub>1b</sub>	40.4
			Нижний P <sub>1n</sub>	Лютетский P <sub>1l</sub>	48.6
Мезозойская MZ	Меловая K	Верхний K <sub>2</sub>	Ипрский P <sub>1i</sub>	55.8	
			Верхний P <sub>1v</sub>	Танетский P <sub>1t</sub>	58.7
		Нижний K <sub>1</sub>	Нижний P <sub>1n</sub>	Зеландский P <sub>1z</sub>	61.7
			Датский P <sub>1d</sub>	65.5	
		Верхний K <sub>1</sub>	Мастрихтский K <sub>1m</sub>	70.6	
			Кампанский K <sub>1km</sub> (K <sub>1cp</sub> )	83.5	
	Юрская J	Верхний J <sub>3</sub>	Сантаковский K <sub>1s</sub>	85.8	
			Коньковский K <sub>1k</sub> (K <sub>1cn</sub> )	89.3	
		Средний J <sub>2</sub>	Туронский K <sub>1t</sub>	93.5	
			Сеноманский K <sub>1s</sub> (K <sub>1cm</sub> )	99.6	
		Нижний J <sub>1</sub>	Альбский K <sub>1a</sub>	112.0	
			Апский K <sub>1a</sub>	125.0	
		Триасовая T	Верхний T <sub>3</sub>	Барремский K <sub>1br</sub>	130.0
				Готервийский K <sub>1g</sub> (K <sub>1h</sub> )	136.4
Средний T <sub>2</sub>	Валанжинский K <sub>1v</sub>		140.2		
	Берриасский K <sub>1b</sub>		145.5		
Нижний T <sub>1</sub>	Титонский J <sub>1t</sub>		150.8		
	Кимериджийский J <sub>1km</sub>		155.7		
Триасовая T	Верхний T <sub>3</sub>	Оксфордский J <sub>1o</sub>	161.2		
		Келловейский J <sub>1k</sub> (J <sub>1cl</sub> )	164.7		
	Средний T <sub>2</sub>	Байосский J <sub>1b</sub>	167.7		
		Ааленский J <sub>1a</sub>	171.6		
	Нижний T <sub>1</sub>	Товарский J <sub>1t</sub>	175.6		
		Плинбачский J <sub>1p</sub>	183.0		
Триасовая T	Верхний T <sub>3</sub>	Синемюрский J <sub>1s</sub>	189.6		
		Геттангийский J <sub>1g</sub> (J <sub>1h</sub> )	196.5		
	Средний T <sub>2</sub>	Рэтский T <sub>2r</sub>	199.6		
		Норийский T <sub>2n</sub>	203.6		
	Нижний T <sub>1</sub>	Карнийский T <sub>1k</sub>	216.5		
		Ладинский T <sub>1l</sub>	228.0		
Триасовая T	Верхний T <sub>3</sub>	Анизийский T <sub>1a</sub>	237.0		
		Опленский T <sub>1o</sub>	245.0		
		Индский T <sub>1i</sub>	249.7		
			251.0		

# Четвертичная система

Четвертичная (антропогеновая) система- последняя (нынешняя) система в истории Земли

Началась- 1.8млн. лет назад

Подразделяется на:

- *эоплейстоцен- 1 800-800тыс. лет*
- *неоплейстоцен- 800-12тыс.лет*
- *голоцен- 12-0тыс.лет*

Нео- и эоплейстоцен объединены под названием *плейстоцен*. Плейстоцен- сменяющие друг друга эпохи оледенений и потеплений климата.



# Голоцен

Голоцен- последний отдел четвертичной системы, начавшийся после последнего оледенения около 10-12тыс. лет назад. Начало голоцена- начало формирования почвенного покрова на европейских равнинах.



Периодизация четвертичной системы

Эпоха (надотдел)	Фаза (раздел)	Пора (звено)	Хроны (ступени)
Голоценовая (-вый) Н			
Плейстоценовая (-вый)	Неоплейстоценовая (-вый)	Поздняя (верхнее) III	Поздний криохрон III <sup>4</sup>
			Поздний термохрон III <sup>3</sup>
			Ранний криохрон III <sup>2</sup>
			Ранний термохрон III <sup>1</sup>
	Средняя (-нее) II		
	Нижняя (-нее) I		
	Эоплейстоценовая (-вый) е	Верхняя (-нее)	
Нижняя (-нее)			

## Четвертичные отложения

Четвертичные отложения-отложения, образованные в течение четвертичной системы. Представлены в основном геологическими осадками, находящимися на ранней стадии диагенетических преобразований.



# Значение четвертичных отложений для строительства:

- Четвертичные отложения развиты практически повсеместно и залегают первыми от поверхности, в силу чего они часто выступают в качестве оснований для фундаментов
- В составе четвертичных отложений часто встречаются грунты текучей-текучепластичной консистенции и органо-минеральные образования, что существенно осложняет условия строительства.
- Часто содержат крупные валуны и глыбы



## Дочетвертичные отложения

**Дочетвертичные отложения (коренные породы)**- относительно консолидированные в основном литифицированные (окаменевшие) отложения, образовавшиеся до начала четвертичного времени, представленные горными породами различных типов. Чаще всего относятся к скальным грунтам.



Дочетвертичные отложения

Дочетвертичные отложения рассматриваются в инженерной геологии как коренные породы.

В других отраслях геологии к коренным породам относят обычно породы платформенного фундамента.



# Основные генетические типы четвертичных отложений

Четвертичные подразделены на:

- Морские (m)- илы, супеси, суглинки, глины, пески, крупнообломочные грунты
- Аллювиальные или речные (a)- пески, крупнообломочные
- Озерные или лимнические (l)- сапропели, торф
- Болотные (p)- торф



## Основные генетические типы четвертичных отложений

- Ледниковые (g)- морены- глины, суглинки, супеси с включениями дресвы и щебня, крупнообломочные грунты с супесчано-глинистым заполнителем
- Флювиогляциальные или водно-ледниковые (fg)- образуются при таянии ледников- пески, крупнообломочные грунты



- Техногенные (t)- образуются в результате деятельности человека
- Эоловые или ветровые (eo)- пески барханов и дюн
- Элювиальные (e)- продукты выветривания: полускальные очень низкой прочности, глины, суглинки, супеси, почвы



- Делювиальные (d)- склоновые отложения (смещенные по склону) супеси, суглинки, глины, дресва, щебень, глыбы
- Коллювиальные (с)- делювий горных склонов: дресва, щебень, глыбы
- Проллювиальные (pr)- осадки временных водотоков, отлагаемые под склонами: пески, супеси, суглинки, глины, дресва, щебень, глыбы
- Солифлюкционные (s)- осадки, возникающие при оплывании по склонам растаявших мерзлых пород



# Склоновые отложения

В группу склоновых отложений входят:

- Коллювиальные
- Делювиальные
- Солифлюкционные
- Пролювиальные (подскловновые)

Основными агентами образования этих отложений являются разрушение склонов процессами выветривания (оттаивания для солифлюкционных отложений) и сила тяжести



# Склоновые отложения



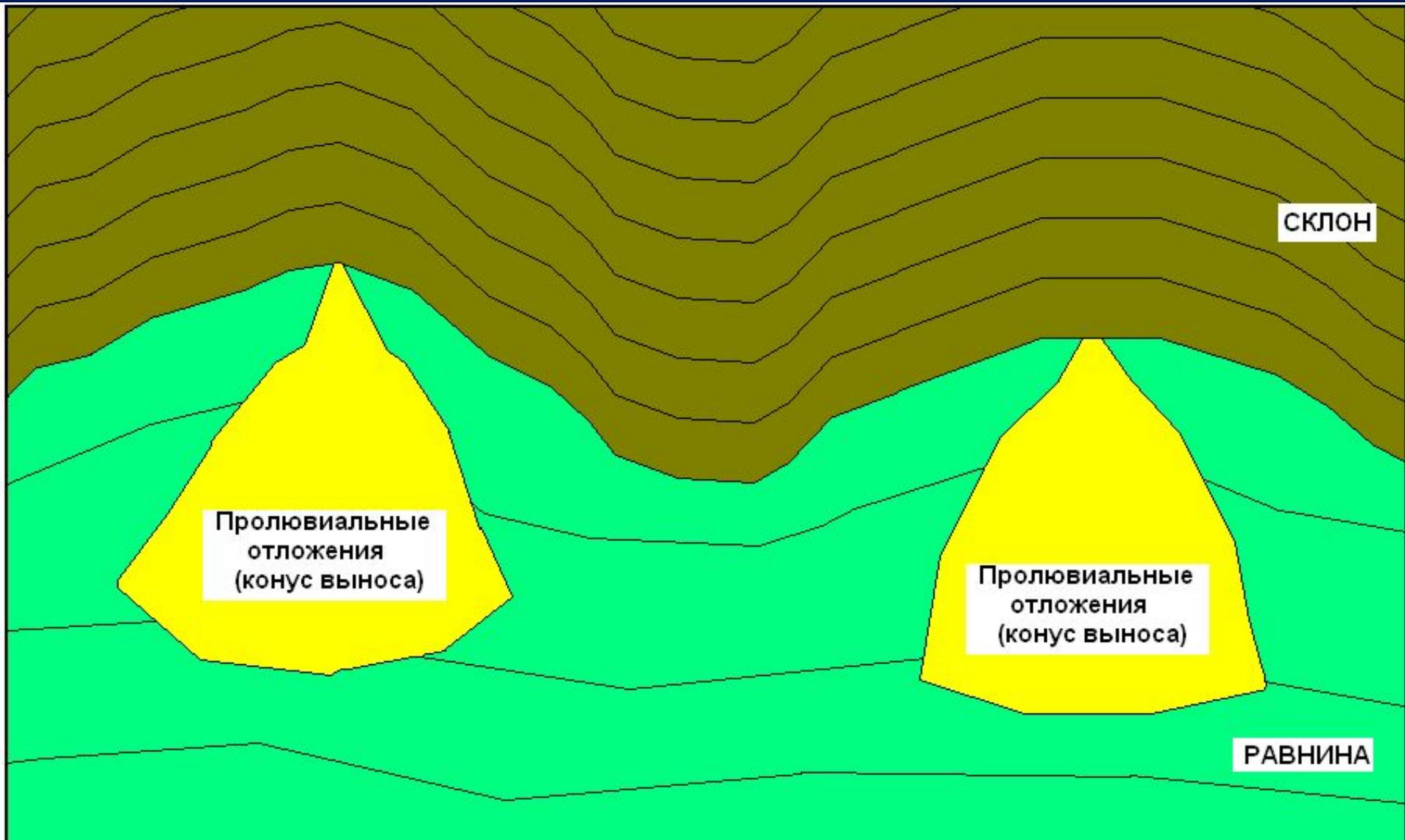
# Пролуви́й



<http://plate-tectonic.narod.ru/dep-03.jpg>

# Пролувиий

(подсклоновые отложения, отлагаемые временными водотоками)



Вид в плане

# Основные события четвертичной системы

Основными событиями четвертичной системы являются оледенения. Эпохи оледенений называются «стадиалами», межледниковые эпохи – «межледниковьями», «межстадиалами», «интерстадиалами».



# Климат четвертичного периода

История климата четвертичного периода (0-1.8 млн.лет) определяется чередованием эпох оледенений и межледниковий.

В ледниковые периоды уровень моря понижался, температура падала.

Значительная часть Европы неоднократно покрывалась ледниками толщиной до 4км и более. Уровень Мирового Океана при этом понижался до отметок -100м и менее. В период максимального днепровского оледенения граница ледника достигала среднего течения Днепра.



## Особенности климата четвертичного периода

**В течение плейстоцена отмечается направленное понижение уровня моря и похолодание климата, которое в среднем составило около  $8^{\circ}\text{C}$ . В течение большей части плейстоцена климат был холоднее современного.**

**Климатические условия начиная с начала плейстоцена стали весьма не стабильными относительно предшествующих геологических периодов. Отмечалось частое чередование экстремальных похолоданий и потеплений.**

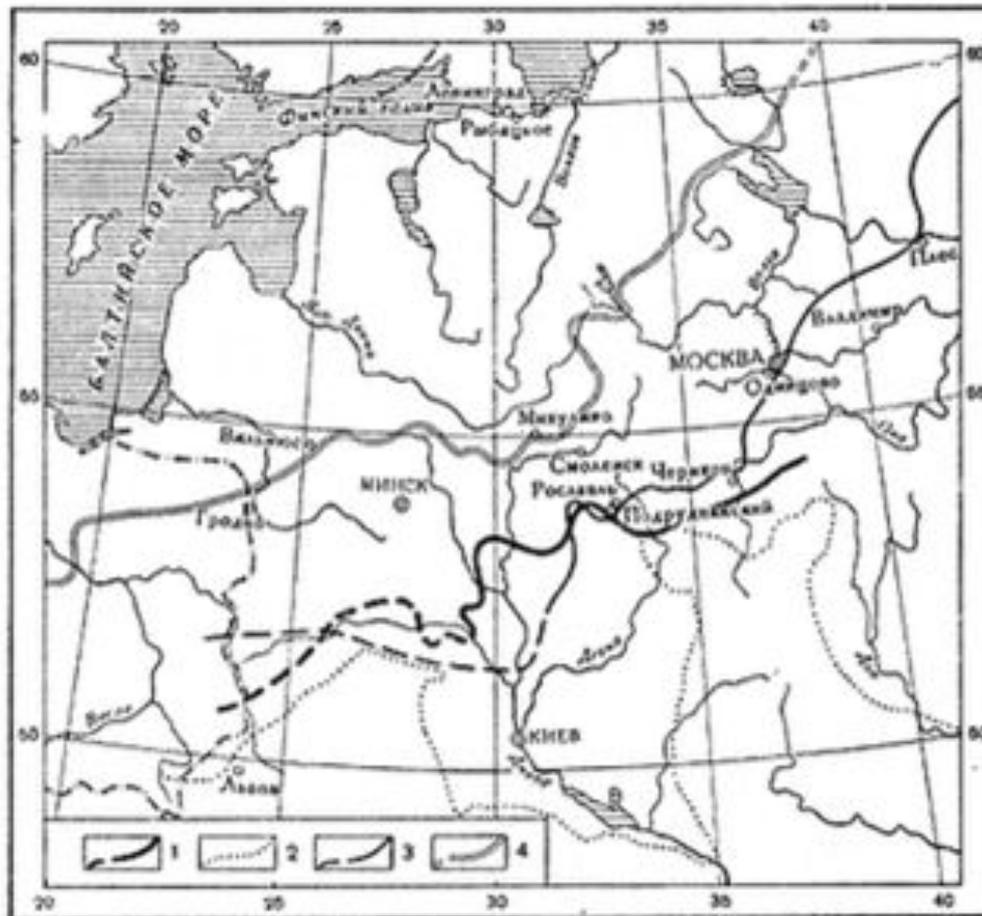
**Причинами похолодания являлись астрономические факторы периодического действия (угол наклона земной оси, эксцентриситет и перигелий орбиты и пр.). На эти факторы наложилось влияние геологических процессов неперодического действия (тектонические движения, вулканические извержения и т.п.).**



## Основные стадии оледенения в Европе и европейской части России

1. Дунайское оледенение (2000-1300тыс. лет назад), аналогов в европейской части России не обнаружено
2. Оледенение гюнц (600-550тыс. лет назад), в европейской части России выделяется как «окское»
3. Оледенение миндель (475-425тыс. лет назад), в европейской части России выделяется как «днепровское»
4. Оледенение рисс (250-200тыс. лет назад), в европейской части России выделяется как «московское»
5. Оледенение вюрм (125-12тыс. лет назад) в европейской части России выделяется как «валдайское»





*Границы оледенений на Русской равнине:*

- 1- окское оледенение (гюнц),*
- 2- днепровское оледенение (миндель),*
- 3- московское оледенение (рисс),*
- 4- валдайское оледенение (вюрм).*

РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

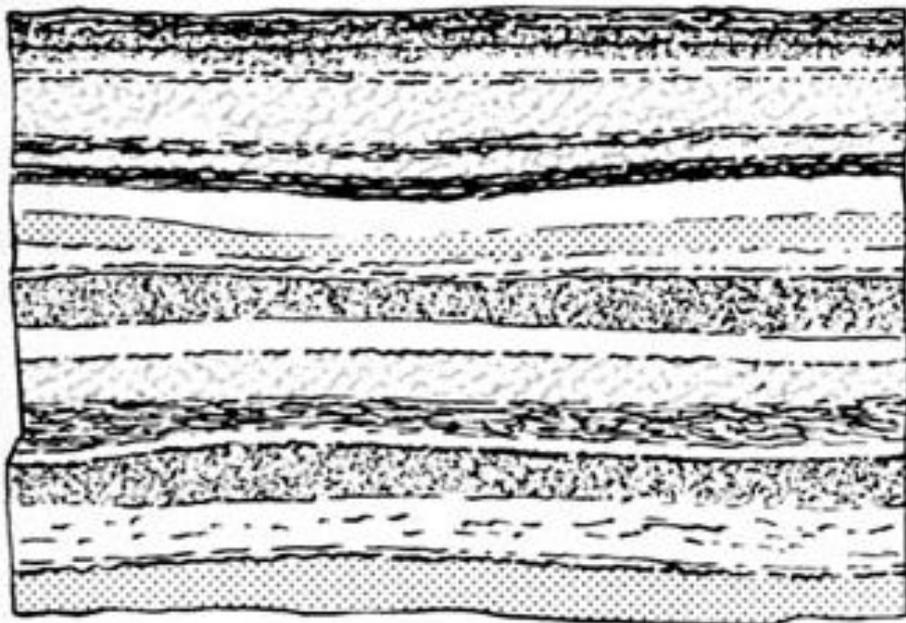
Раздел	Звено	Альпы		Русская платформа			Западная Сибирь	
Голоцен	Современное	Современные		Современные			Современные	
Плейстоцен	Верхнее	Вюрмское оледенение W	W <sub>3</sub>	Валдайский надгоризонт	Осташковский <i>os</i>		Зырянский надгоризонт	Сартанский
			W <sub>2</sub>		Ленинградский (мологосхеснинский) <i>ld</i>			Каргинский
			W <sub>1</sub>		Подпорожский (калининский) <i>pd</i>			Ермаковский
		Рисс-вюрмское межледниковье R-W		Микулинское (межледниковье) <i>mk</i>			Казанцевский (=микулинскому)	
	Среднее	Рисское оледенение R	R <sub>3</sub>	Средне-русский надгоризонт	Московский <i>ms</i>		Бахтинский надгоризонт	Тазовский (=московскому)
			R <sub>2</sub>		Шкловский (одинцовский) <i>sk</i>			Ширтинский
			R <sub>1</sub>		Днепровский <i>dn</i>			Самаровский (=днепровскому)
	Миндель-рисское межледниковье M-R		Лихвинский (межледниковье) <i>lh</i>			Тобольский (=лихвинскому)		
	Нижнее	Миндельское оледенение M	M <sub>3</sub>	Белорусский надгоризонт	Окский <i>ok</i>		Шайтанский (=окскому)	
			M <sub>2</sub>		Беловежский <i>bv</i>		Талагайский	
M <sub>1</sub>			Дзукийский (донской) <i>dz</i>					
Гюнц-миндельское межледниковье G-M		Вильнюсский надгоризонт	Ильинский <i>il</i>					
			Покровский <i>pk</i>					
				Михайловский <i>mh</i>				
Эоплейстоцен	Верхнее	Гюнцевское оледенение G						
		Дунайско-гюнцевское межледниковье D-G						
	Нижнее	Дунайское оледенение						

## Отложения ледников

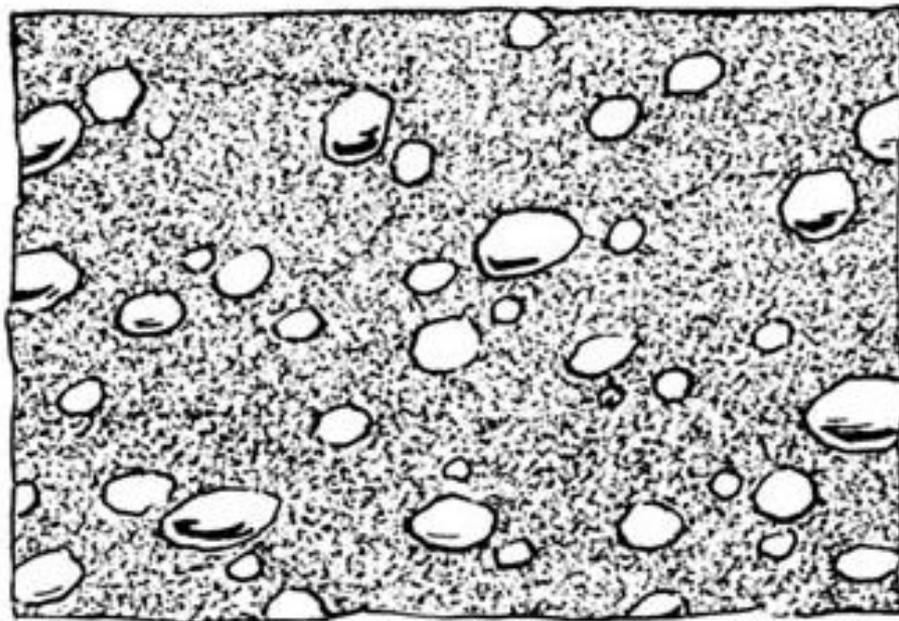
При разрушении ледниковых покровов отлагались ледниковые отложения- морены и флювиогляциальные образования. Классическая морена представляют собой неслоистые глины и суглинки с включениями крупнообломочного в основном неокатанного материала (глыб, щебня и дресвы) с массивной неслоистой текстурой твердой консистенции.

Для гранулометрического состава морен характерно приблизительно равное (около 20-30%) содержание каждой из основных фракций (крупнообломочных  $>2\text{мм}$ , песчаных  $2-0.05\text{мм}$ , пылеватых  $0.05-0.005\text{мм}$  и глинистых  $<0.005\text{мм}$ ). Морены характеризуются переуплотненным состоянием, твердой-тугопластичной консистенцией, плотностью  $>2\text{г/см}^3$ , влажностью менее 20%.

# Водные осадки чаще всего слоистые, не водные (в т.ч. и ледниковые)- неслоистые



Отложение в воде: слоистое залегание.



Неслоистые ледниковые отложения (морена).



<http://vedmachka.gorod.tomsk.ru/uploads/8720/1312266381/DSC00075.JPG>



[http://falcon.yc.edu/ycfaculty/ags105/week02/soil\\_formation/](http://falcon.yc.edu/ycfaculty/ags105/week02/soil_formation/)



## Виды морен

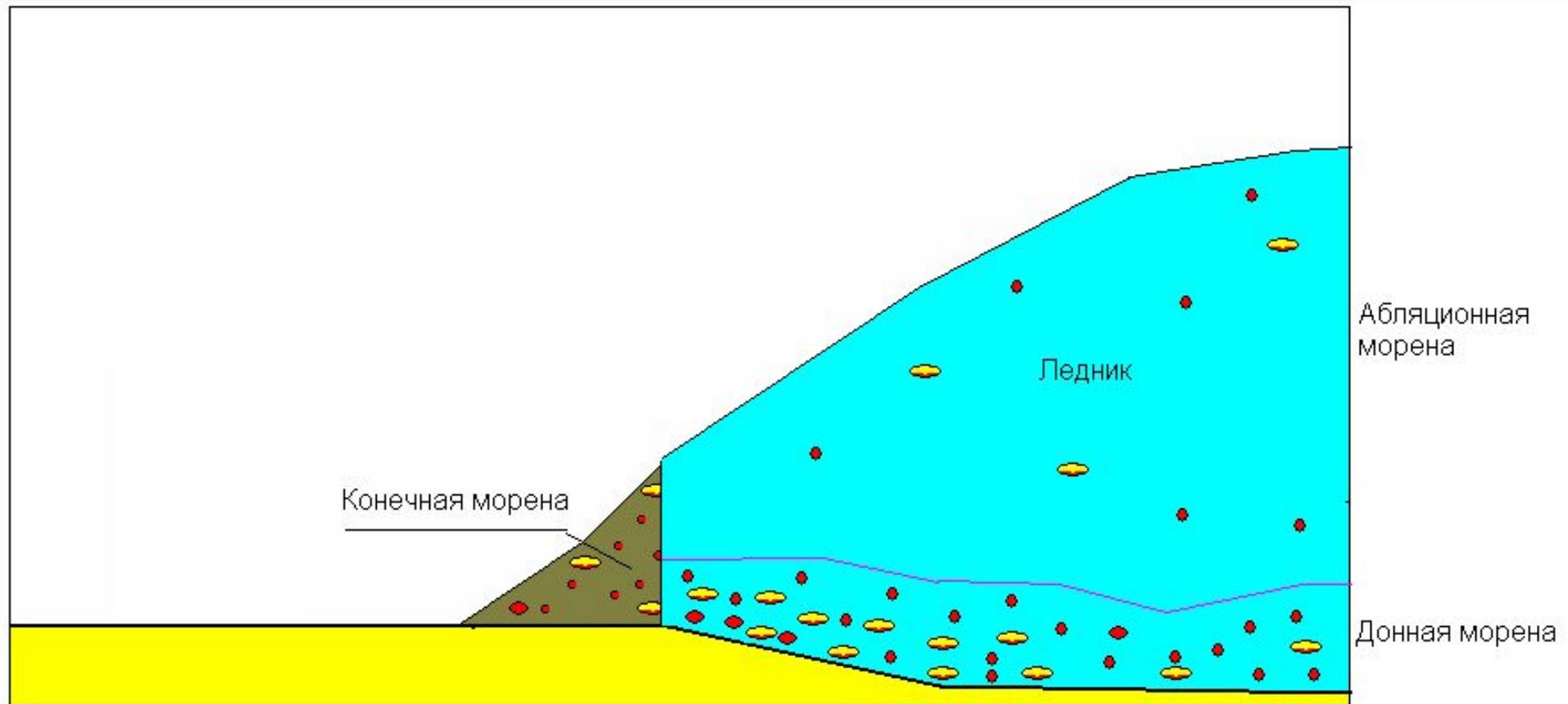
**Абляционная морена** - бугристое скопление или непрерывный слой слабо связанных между собой обломков горных пород, которые были рассеяны в толще ледника, а затем отложились при понижении поверхности ледника на донную морену, связанную с тем же ледником.

**Основные (донные) морены** — обломки породобломки пород, переносимые внутри ледникового покрова и в его основании. После таяния и высвобождения из-под льда донные морены образуют обширный и довольно выдержанный по мощности и постиранию покров моренных отложений.

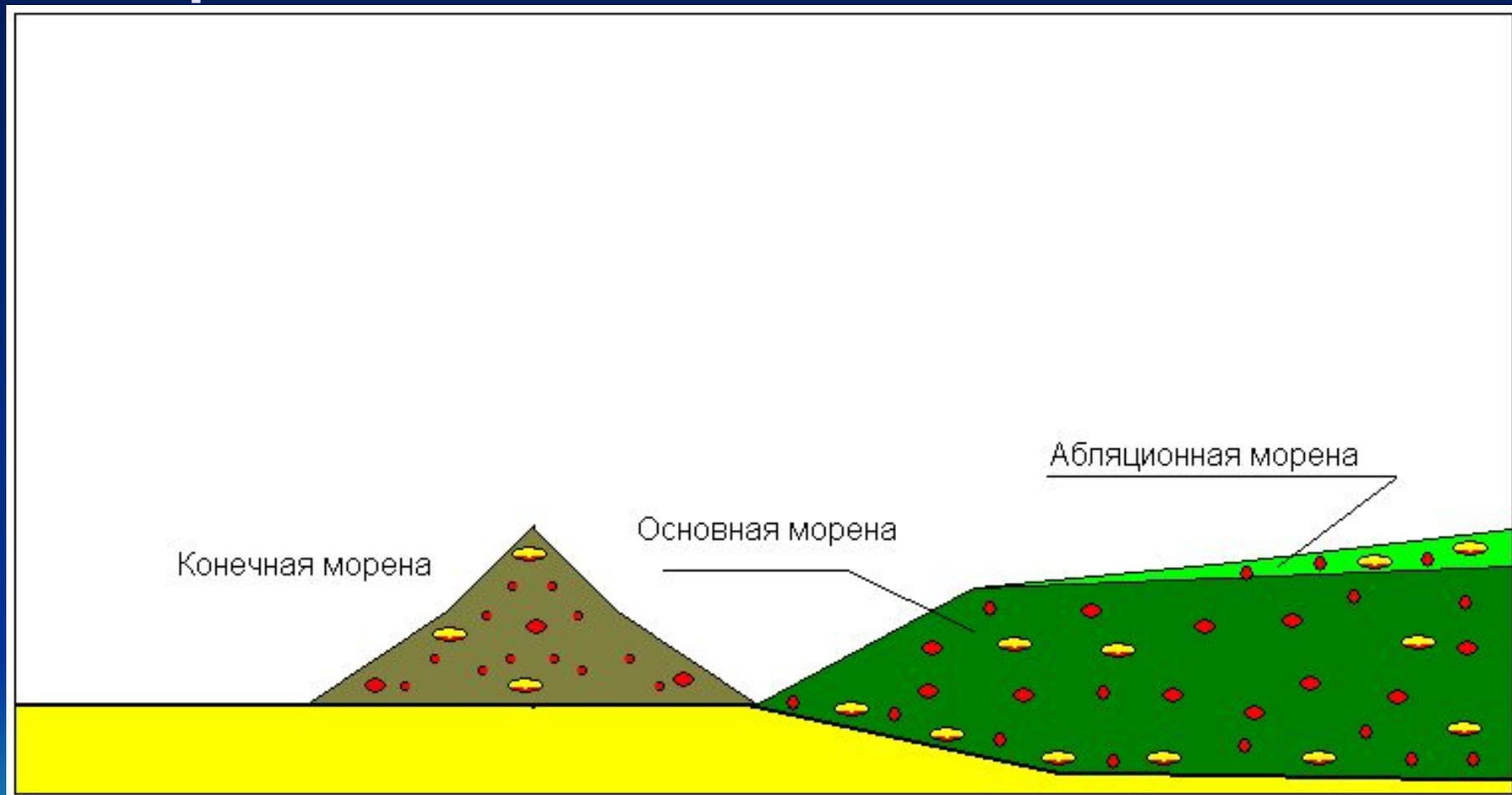
**Конечная морена**- фронтальная морена, обломочный материал, отложенный в виде одной или нескольких дугообразных гряд у кромки ледника. Образуется за счет «бульдозерного» эффекта при движении кромки ледника (кромка ледника соскребает рыхлый материал и толкает его перед собой).



# Морены в леднике



# Морены после таяния ледника



- **Флювиогляциальные отложения-отложения потоков талых ледниковых вод.**
- **Различают два типа Ф. о. – приледниковый и внутриледниковый. Приледниковые Ф. о. образуются перед фронтом ледника вытекающими из-под его края талыми водами. Они слагают зандрсы и флювиогляциальные террасы, а также некоторые виды озов. Для Ф. о. характерна быстрая смена грубых галечников и валунных песков мелкозернистыми косослоистыми песками по мере удаления от края ледника.**

- Внутриледниковые Ф. о. отлагаются талыми водами, протекающими по проложенным ими в толще льда подлёдным тоннелям, промоинам и проталинам; слагают своеобразные формы рельефа – озы и камы; отличаются большой неоднородностью строения, обусловленной чередованием в разрезе и сменой на площади накоплений валунников, галечников, гравия, плохо отсортированных или хорошо промытых, косослоистых песков разной крупности (вплоть до тонкозернистых)



- Горные ледники- заполняют долины и ущелья горных систем. Имеют вытянутую форму. Объем и мощность относительно не большие.
- Покровные (континентальные) ледники- развиваются на континентальных равнинах и на шельфе. Имеют форму куполов. Могут покрывать большие площади и достигать мощности 1км и более.
- Абляция- процесс разрушения ледников под действием тепла, воды, абразии и др.



# Горные ледники







[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6c/MonteRosaWestseite\\_gesehenVomGornergrat.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6c/MonteRosaWestseite_gesehenVomGornergrat.JPG)

# Морена горного ледника

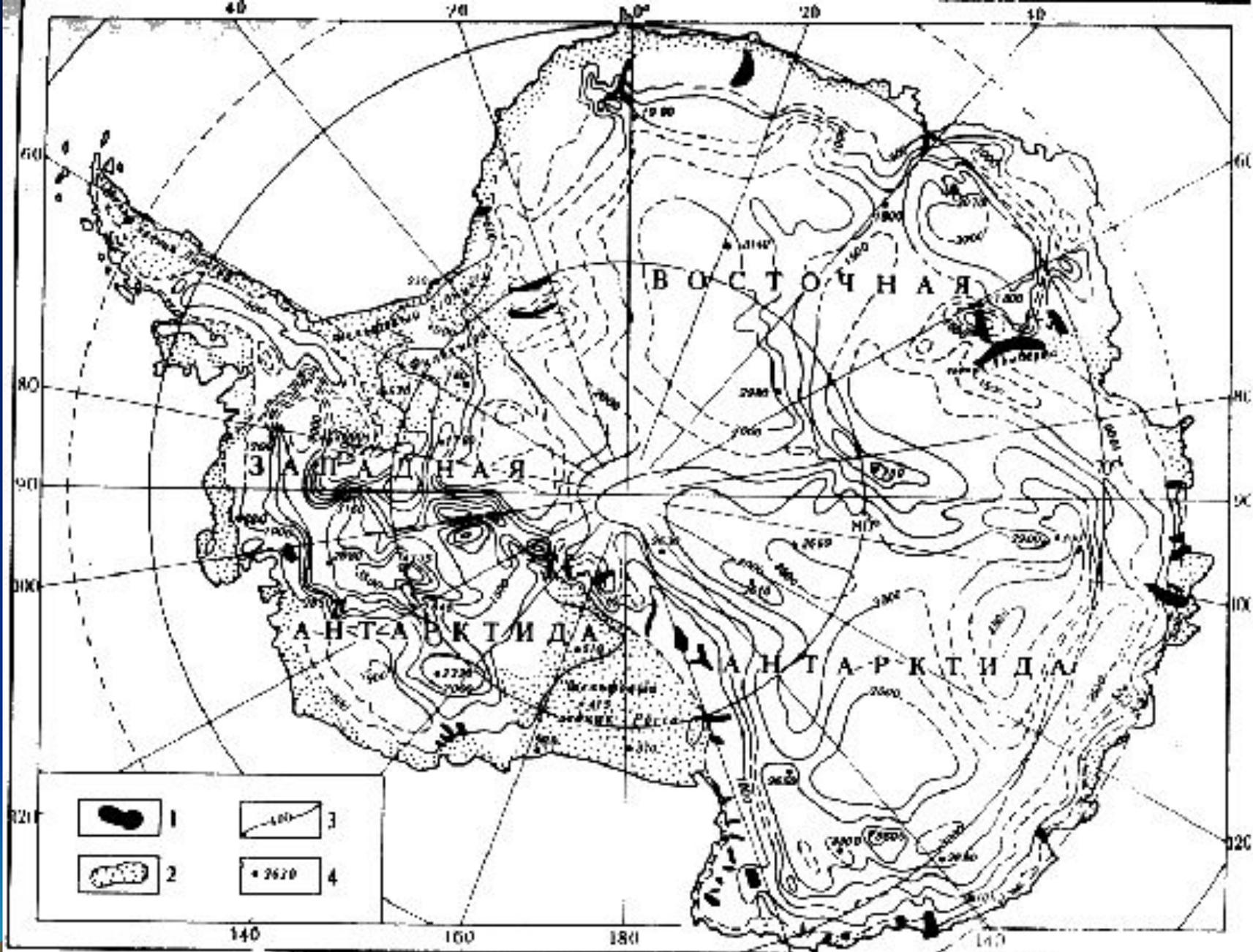


[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Moraines\\_Surlej.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Moraines_Surlej.jpg)

# Конечная морена



[http://www.mountain.ru/article/article\\_img/1284/f\\_36.jpg](http://www.mountain.ru/article/article_img/1284/f_36.jpg)

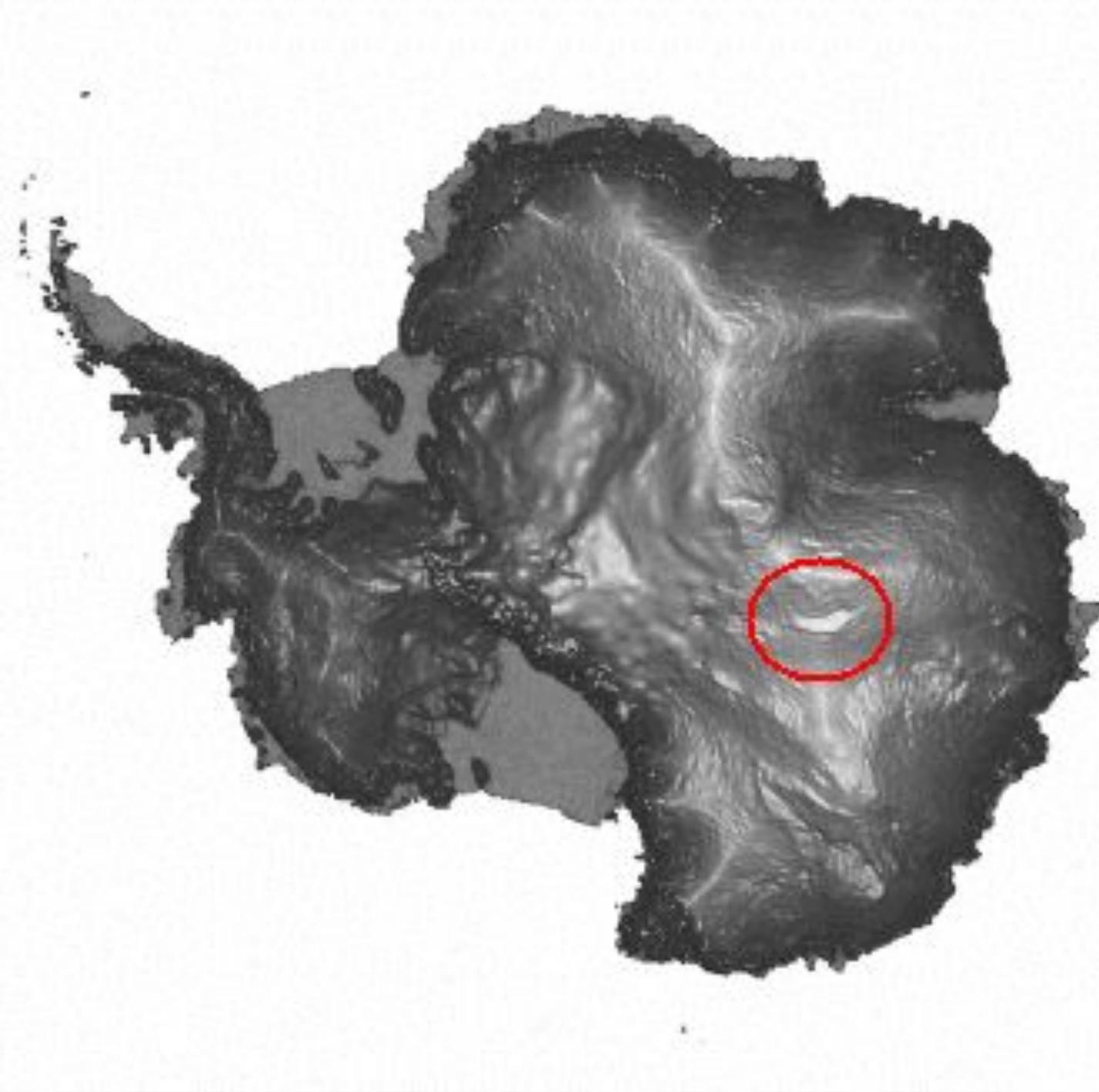


Ледниковый щит Антарктиды:

<http://emo.web.ru/db/msg.html?mid=1163814&uri=part08-01.htm>

<http://www.why.org/tv12/fanklinfacts/MAR0200.gif>

Радарное изображение  
Антарктиды



# OCEAN FLOOR AROUND ANTARCTICA

Vertical Exaggeration  
MEAN HORIZONTAL SCALE: 1:100,000,000  
VERTICAL SCALE: 1:10,000,000

## SOUTH AMERICA

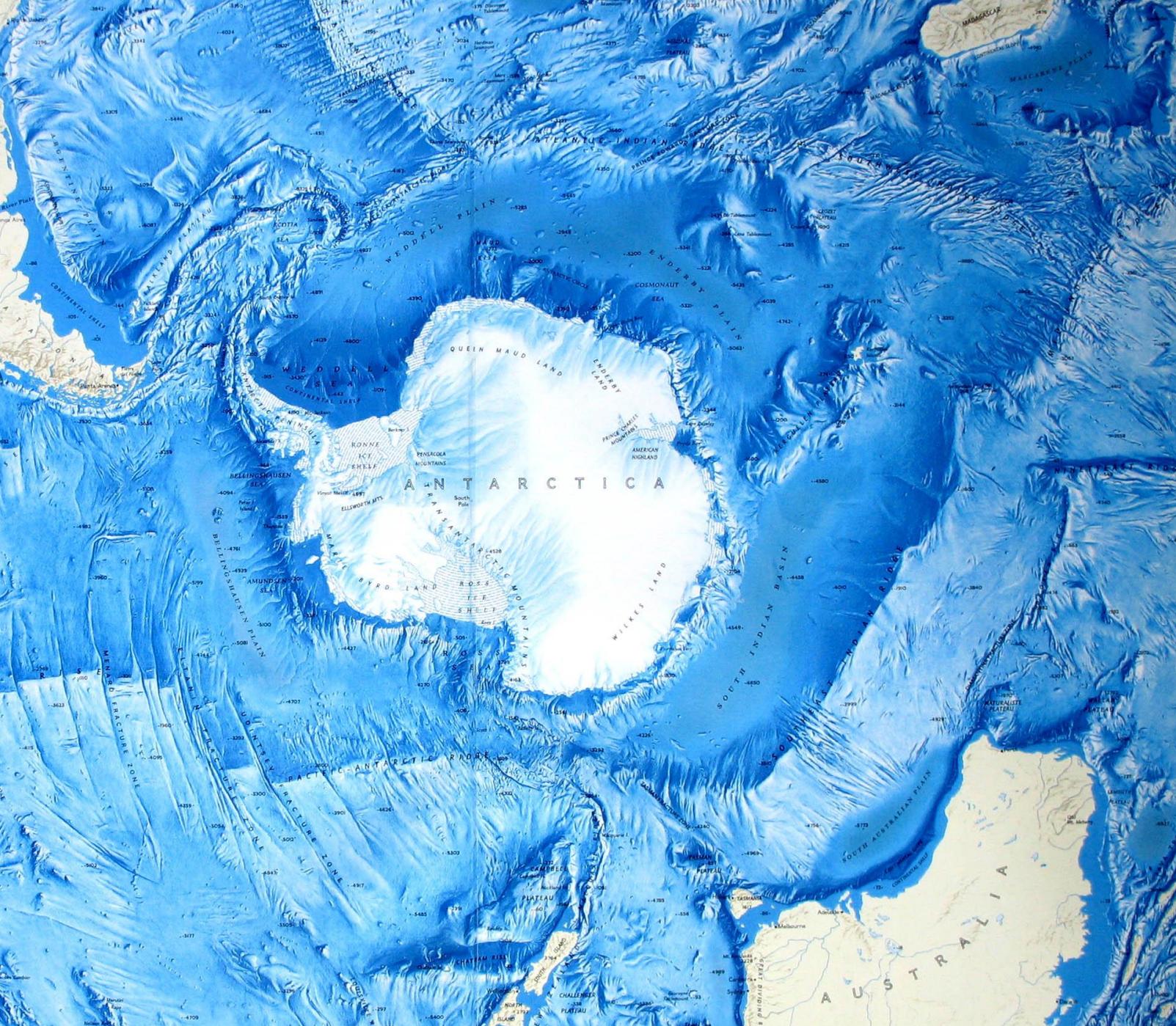
River Plate  
Magellan Strait  
Cape Horn  
Cape Horn

Continental Shelf  
Continental Shelf

Continental Shelf  
Continental Shelf

Continental Shelf  
Continental Shelf

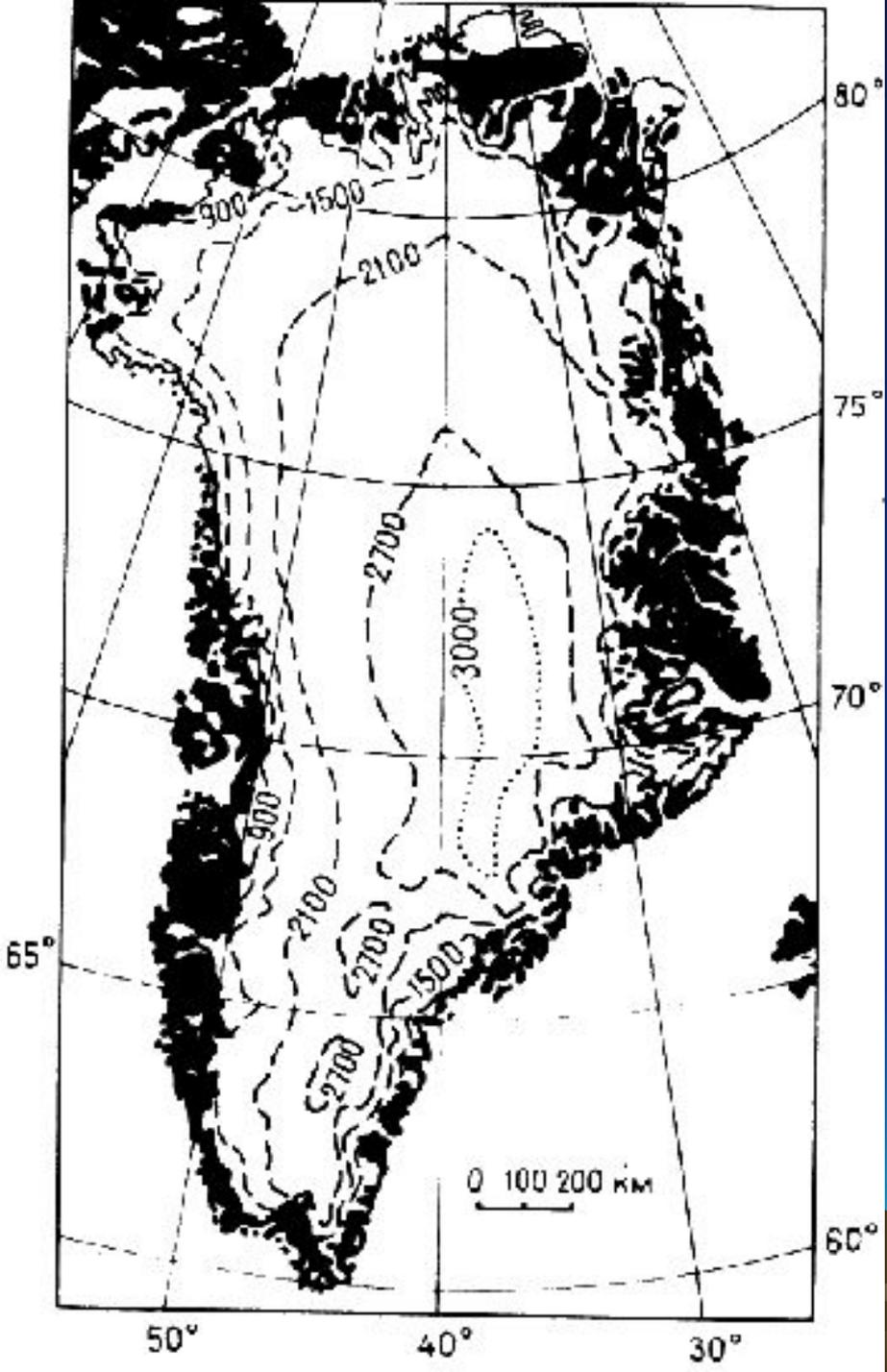
Continental Shelf  
Continental Shelf



## AUSTRALIA

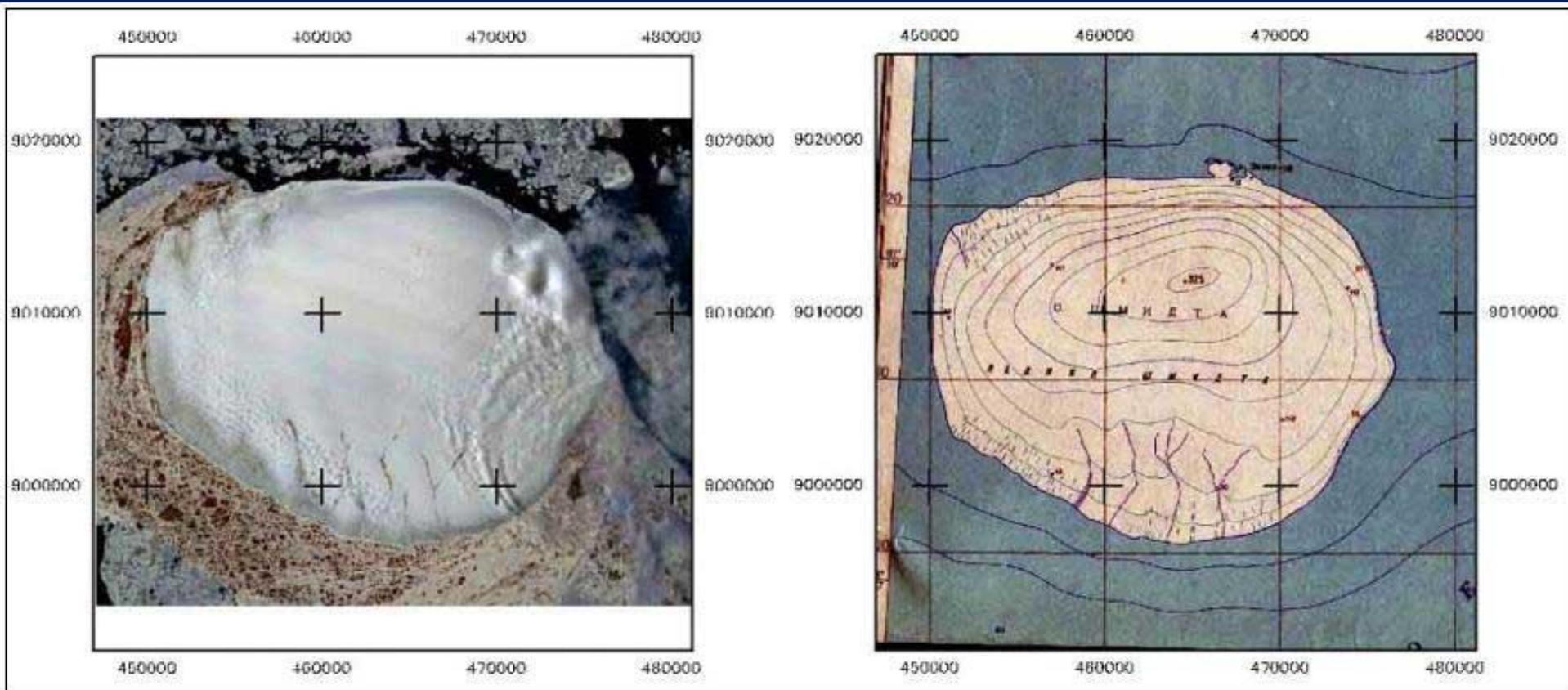
Perth  
Melbourne  
Sydney  
Brisbane  
Adelaide  
Darwin  
Alice Springs  
Perth  
Melbourne  
Sydney  
Brisbane  
Adelaide  
Darwin  
Alice Springs





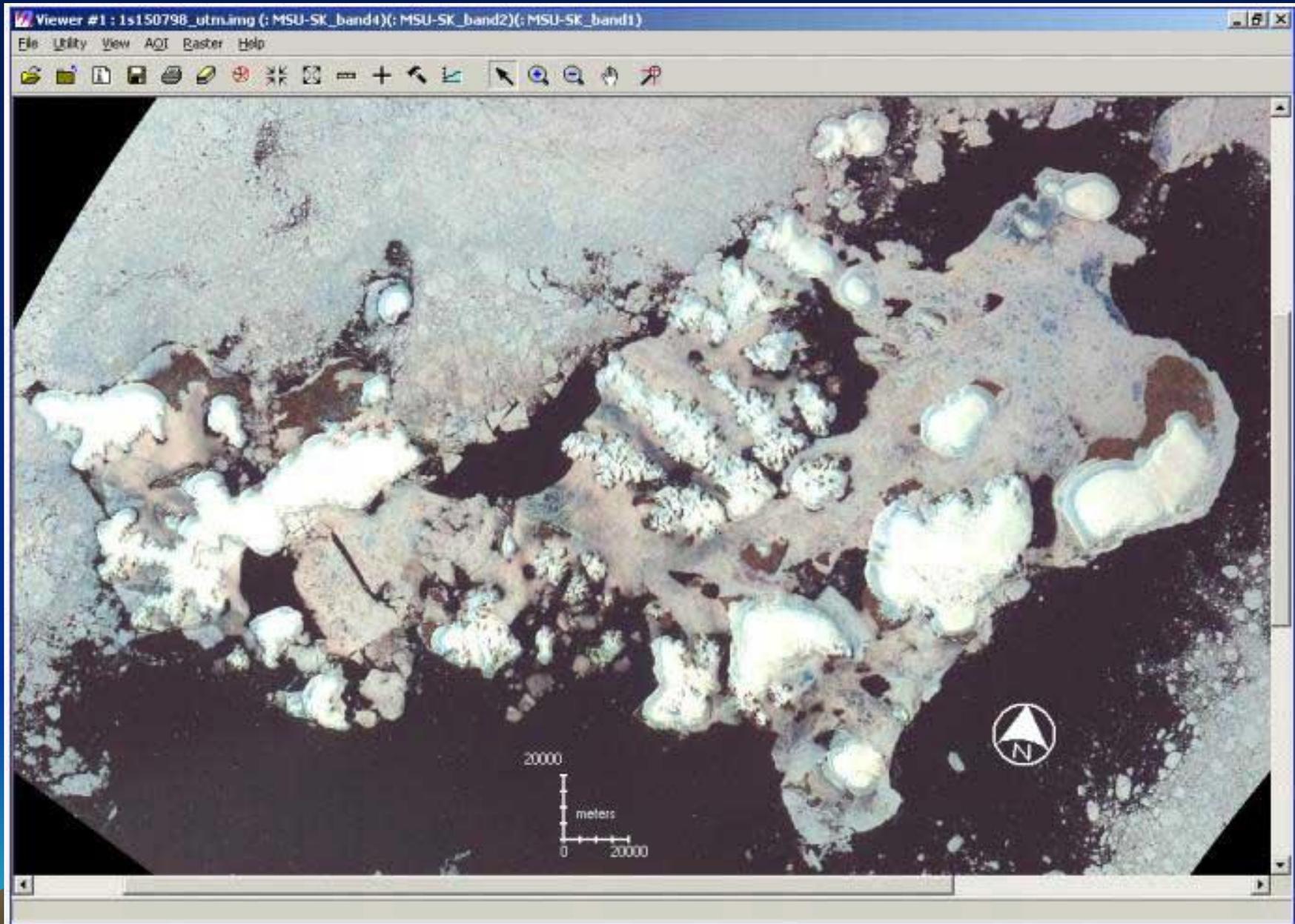
Ледниковый щит Гренландии:  
<http://emo.web.ru/db/msg.html?mid=1163814&uri=part08-01.htm>

# Небольшой покровный ледник на о. Шмидта (арх. Северная Земля)



[http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number\\_22/14\\_led.htm](http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_22/14_led.htm)

# Оледенение Земли Франца-Иосифа



# Абляция кромки ледника



[зона абляции](#) Обрушающаяся кромка материкового ледника - зона абляции [ледника](#).  
Антарктический [полуостров](#) Антарктический полуостров, [море](#) Антарктический полуостров, море  
Уэдделла, [бухта](#) Парадиз



Обрушающаяся кромка материкового ледникОбрушающаяся кромка материкового ледника -  
зона абляцииОбрушающаяся кромка материкового ледника - зона абляции ледника.

А паска



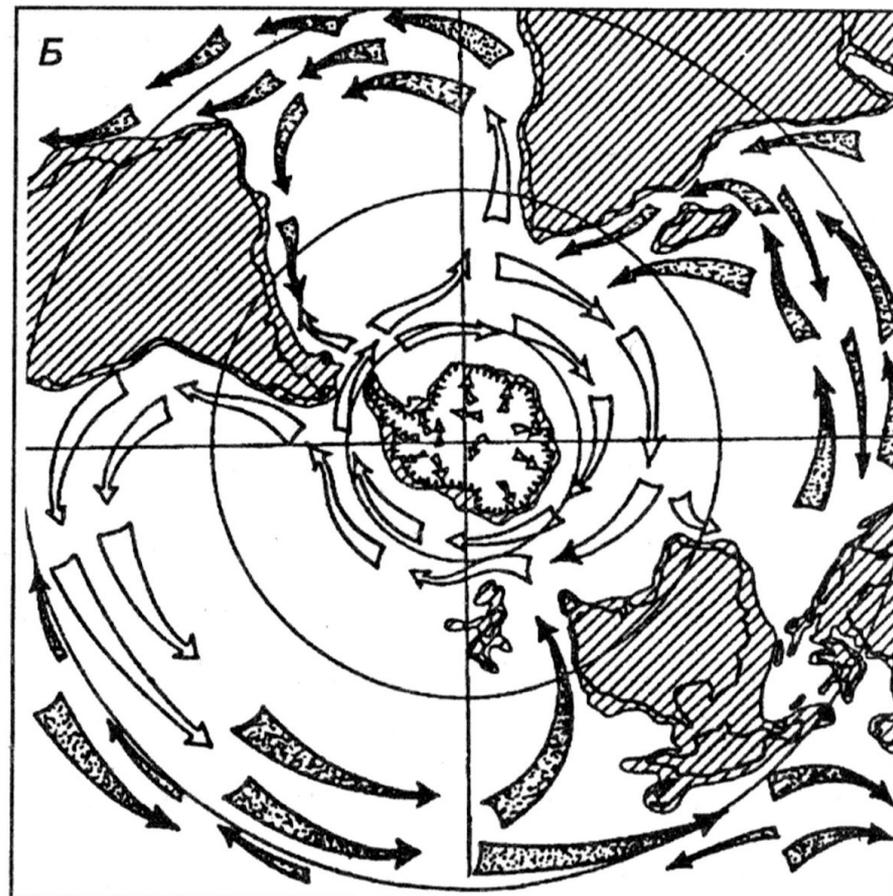
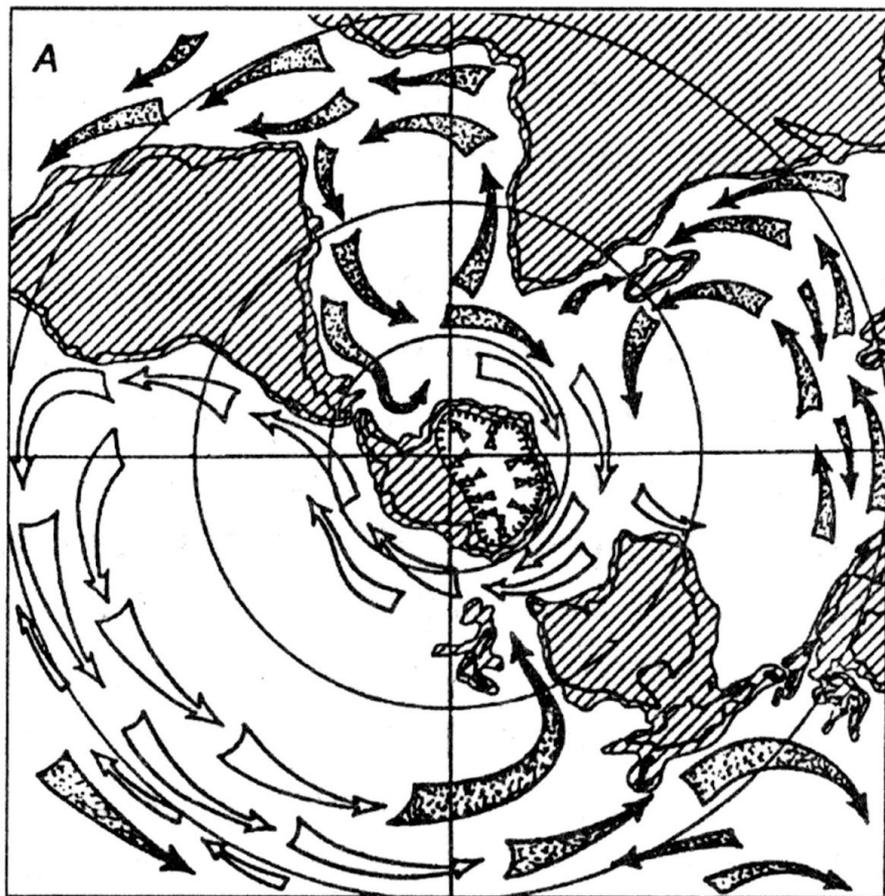
<http://www.drug-rehab.org/wp-content/uploads/2011/03/Alaska-glacier.jpg>

# Особенности климата и гидрологии Антарктиды

1. Поверхность Антарктиды покрыта ледником, мощность которого в центральной части материка достигает 4км. Температура в центральных частях достигает  $-60/-85^{\circ}\text{C}$ .
2. От теплового влияния южных частей Атлантического, Тихого и Индийского океанов Антарктида отделена холодным циркумполярным течением- течение Западных Ветров
3. На материковой части в течении большей части года действует антициклон- по сути канал в теплозащитном слое, через который тепло беспрепятственно «вытекает» в космос



# Циркумплярное течение



1



2



3



4

# Гляциоизостазия

Участки земной коры, перекрытые мощными покровными ледниками, под действием веса ледовых масс прогибались и погружались в мантию. После таяния ледника, когда нагрузка исчезала, эти участки начинают испытывать интенсивные тектонические поднятия под действием сил упругости вещества мантии.





**Прогибание коры**

**Гляциоизостатическое  
подняние**

<http://www.geoglobus.ru/earth/geo7/earth10.php>

# Основные элементы послеледникового рельефа (экзогенные формы):

- **Зандры (зандровые равнины)**
- **Озы**
- **Камы**
- **Друмлины**



# ПОКРОВНЫЙ ЛЕДНИК



<http://www.bigpi.biysk.ru/encicl/articles/04/1000404/1000404A.htm>

ПОСЛЕ ТАЯНИЯ  
ЛЕДНИКОВОГО ПОКРОВА



При наступлении, а затем и при последующем таянии ледника образуются специфические формы рельефа:

**ЗАНДР, ЗАНДРОВАЯ РАВНИНА (ПОЛЕ)** [дат. sandur — песок] — пологоволнистая равнина, расположенная перед внешним краем конечных морен. Принадлежит к внешней зоне ледникового комплекса. Сложена слоистыми осадками ледниковых вод: галечниками, гравием, песками, являющимися продуктами перемывания морены, 3. представляют собой слившиеся пологие плоские конусы выноса большого радиуса (зандровные конусы, водораздельные зандры).

- **Озы** (от [швед.](#) ås — хребет, гряда) — линейно вытянутые, узкие валы высотой до нескольких десятков метров, шириной от 100—200 м до 1-2 км и длиной до нескольких десятков, редко сотен километров. Озы больше всего напоминают железнодорожные насыпи.

**КАМЫ- холмы и гряды в областях распространения антропогенного материкового оледенения. Высота от 2—5 до 20—30 м.** Сложены песками с линзами и прослоями глин с включениями отдельных валунов и их скоплений. Характерна облегающая слоистость, приблизительно повторяющая контур поперечного профиля К. Сверху часто перекрыты суглинками, нередко валунами. Вопрос о происхождении К. не вполне ясен. Согласно одной из наиболее распространённых гипотез, К. возникали вследствие аккумулярующей деятельности потоков, которые циркулировали на поверхности, внутри и в придонной части крупных глыб мёртвого льда в период деградации ледника.

**ДРУМЛИН— холм ледникового происхождения. Друмлин имеет овально-продолговатую форму, вытянутую в направлении бывшего движения льда.** Его длина достигает 1-3 км при ширине 100-700 м и высоте 5-45 м. Ядро друмлина состоит из коренных, большей частью кристаллических **горных пород** Его длина достигает 1-3 км при ширине 100-700 м и высоте 5-45 м. Ядро друмлина состоит из коренных, большей частью кристаллических горных пород, а верхняя часть — **морена** Его длина достигает 1-3 км при ширине 100-700 м и высоте 5-45 м. Ядро друмлина состоит из коренных, большей частью кристаллических горных пород, а верхняя часть — морена. Крутой округлый **склон** Его длина достигает 1-3 км при ширине 100-700 м и высоте 5-45 м. Ядро друмлина состоит из коренных, большей частью кристаллических горных пород, а верхняя часть

Зандр  
(<http://www.weblenta.ru/lj/zandr.jpg>)



## Зандр

([http://rpp.nashaucheba.ru/pars\\_docs/refs/23/22655/img65.jpg](http://rpp.nashaucheba.ru/pars_docs/refs/23/22655/img65.jpg))



***Зандры*** и создаваемые ими ***зандровые поля*** образуются за грядами конечных морен и представляют отложения талых ледниковых вод, растекающихся на большие равнинные пространства.

Примерами крупных зандровых полей являются Мещерское, Припятское, Вятское полесья и участки Западно-Сибирской низменности.

# Озы



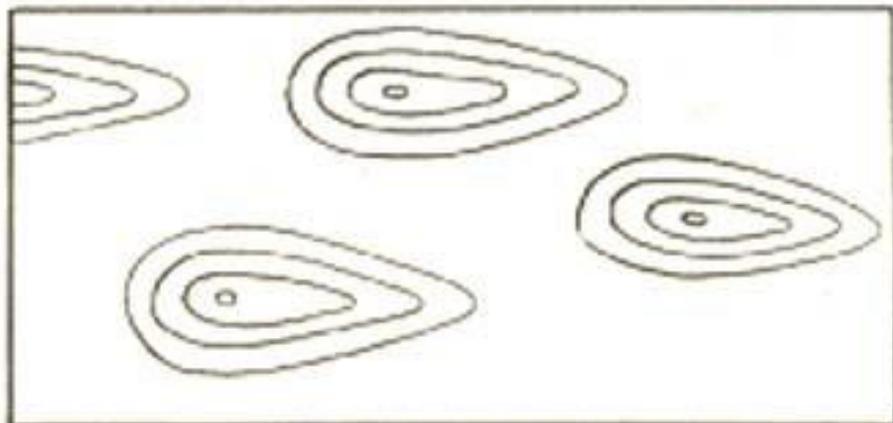
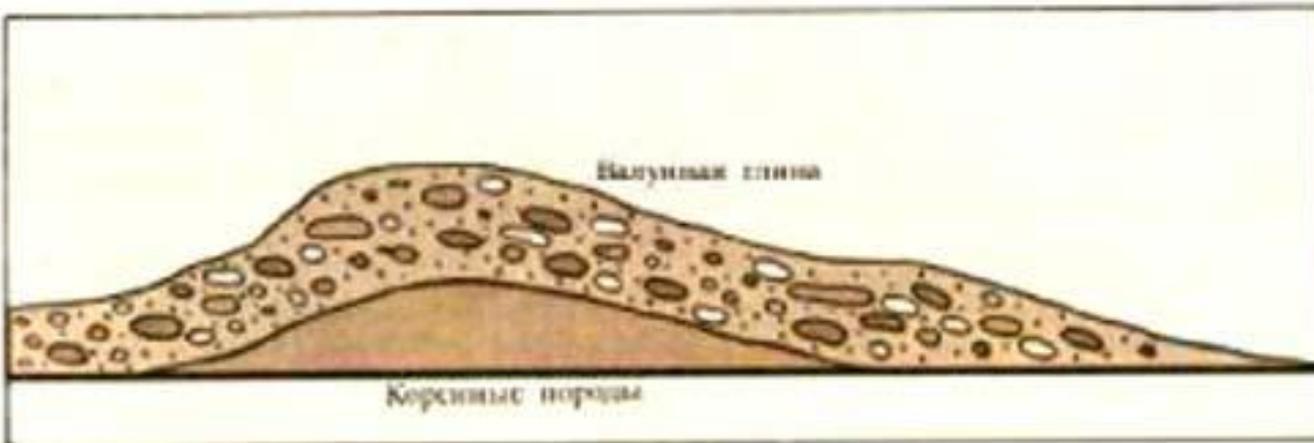
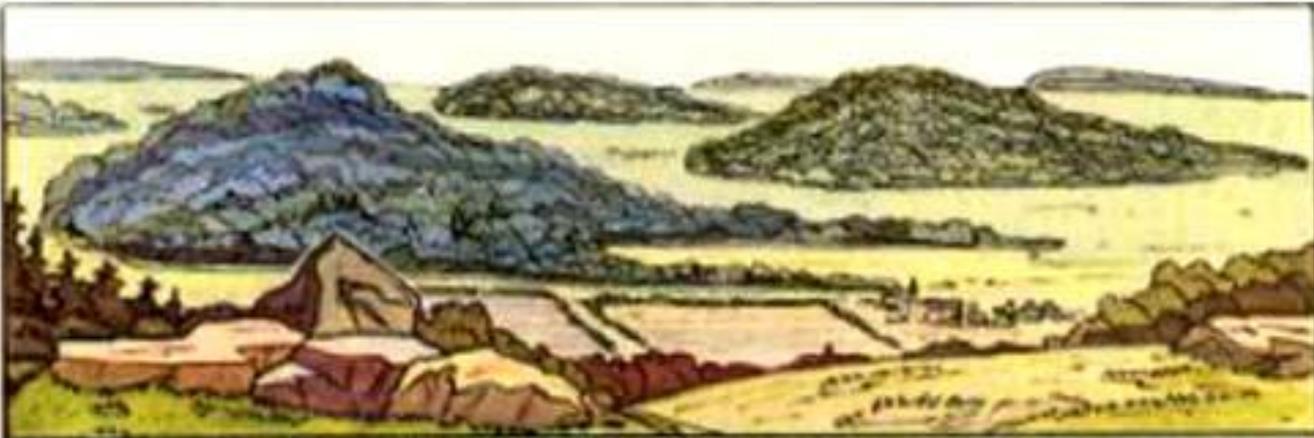
# Камы



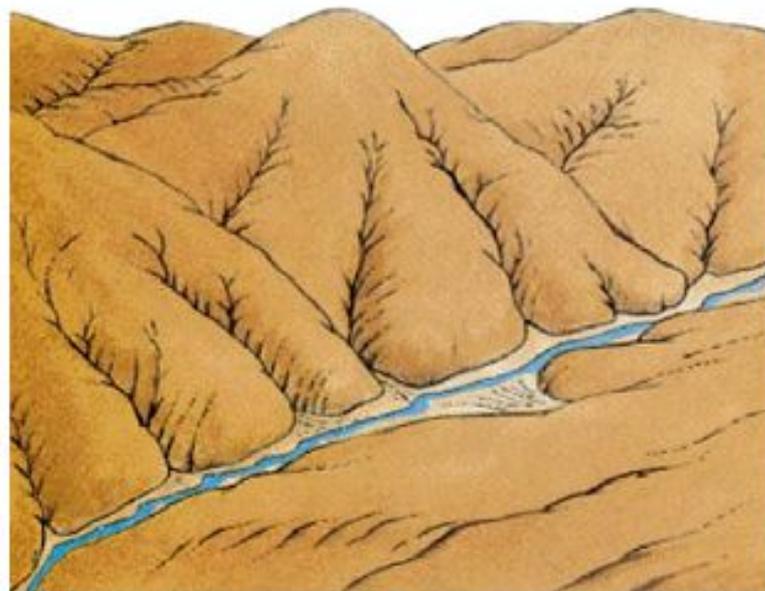
[http://www.uwsp.edu/geo/faculty/lemke/images/glacial\\_geol/kame\\_2.jpg](http://www.uwsp.edu/geo/faculty/lemke/images/glacial_geol/kame_2.jpg)



Друмлинный ландшафт  
Эстонии  
(<http://www.ecosystema.ru/07referats/slovgeo/260.htm>)



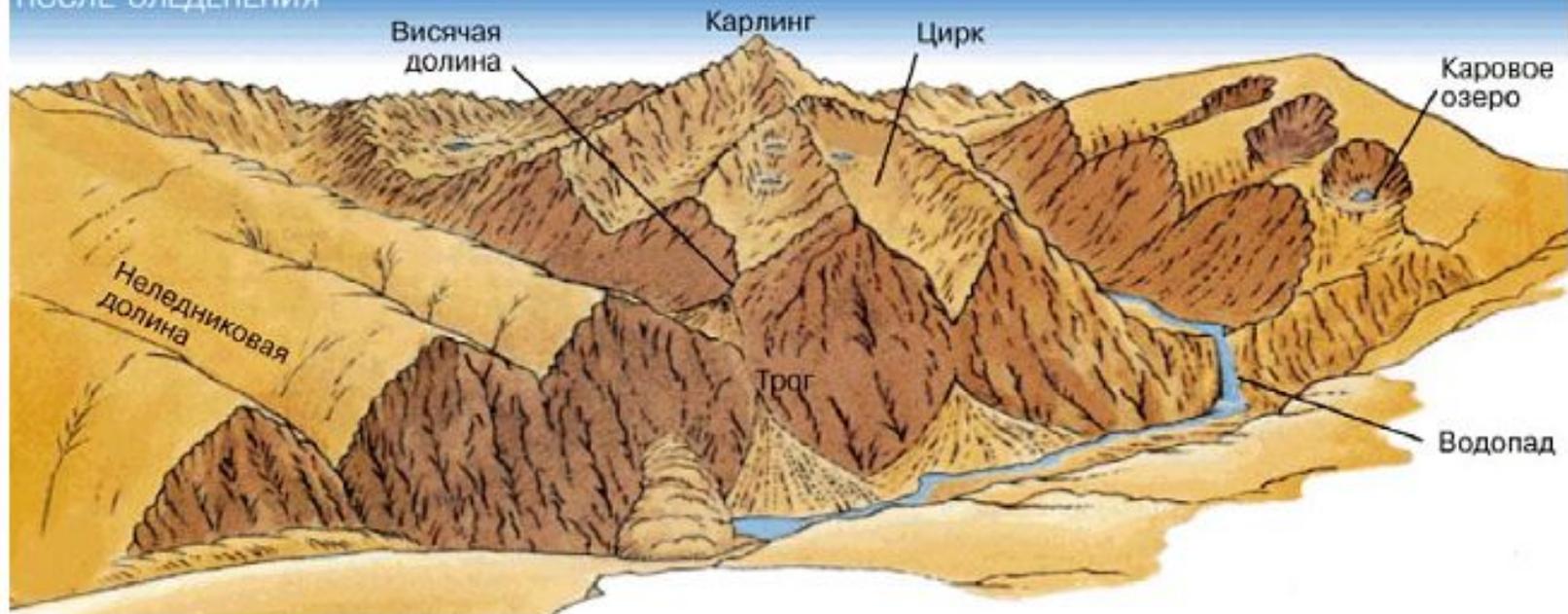
ДО ОЛЕДЕНЕНИЯ



ВО ВРЕМЯ ОЛЕДЕНЕНИЯ



ПОСЛЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ



## Бараньи лбы

**«Бараньи лбы» или «кудрявые скалы» - скалистые выступы коренных пород, сглаженные и отполированные движущимся ледником. На поверхности иногда наблюдается ледниковая штриховка- царапины, оставленные обломками пород, влекомых в составе ледника.**

**Кроме того штриховке подвергаются и сами обломки пород, влекомые ледником**





<http://kspu.ptz.ru/~kargeo/science/grants/bukol.htm>



[http://sab.sssc.ru/~tour/Altay05.1/slides/IMG\\_0921shadow.jpg](http://sab.sssc.ru/~tour/Altay05.1/slides/IMG_0921shadow.jpg)



[http://fr.academic.ru/pictures/frwiki/71/Glacial\\_striation\\_21149.JPG](http://fr.academic.ru/pictures/frwiki/71/Glacial_striation_21149.JPG)

## Штриховка на ледниковых валунах



<http://www.gems-stones.ru/jewellery/stones/games116.htm>

**Ледниковые валуны - обломки горных пород размером от 10см до 10м и более, захваченные и перенесённые ледниками, независимо от их размеров; часто оглажены, отшлифованы и покрыты штриховкой (ледниковые шрамы).**

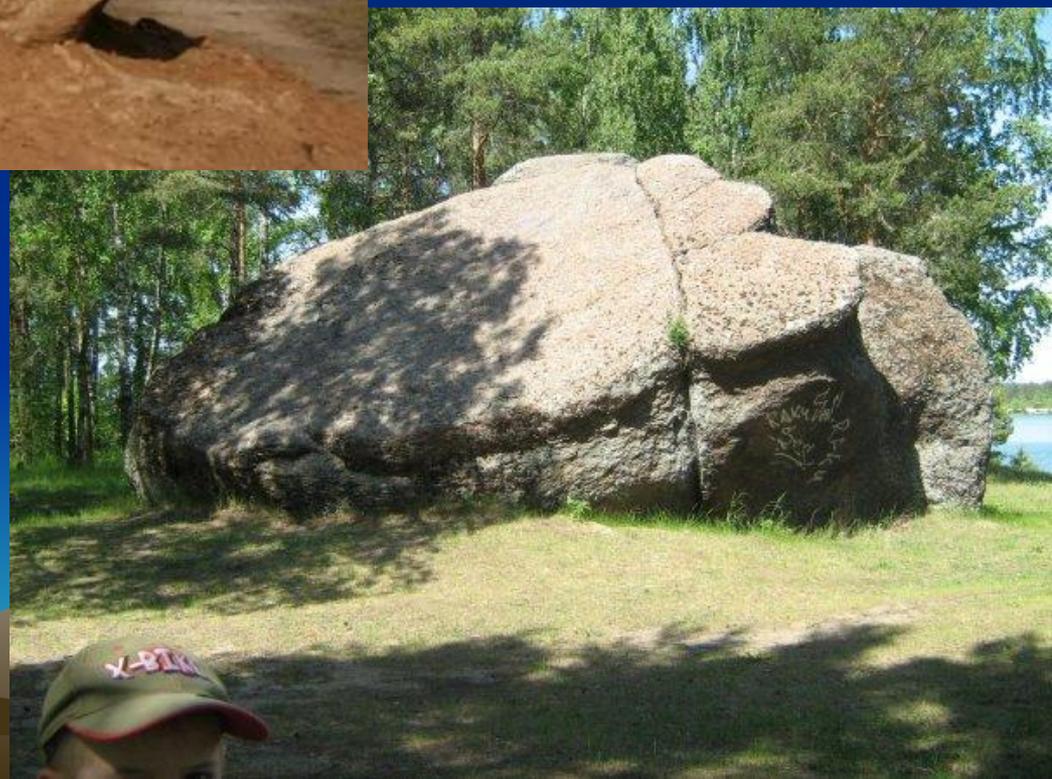
Рассеяны в толщах морен и флювиогляциальных отложений или залегают на поверхности. Иногда в большом количестве находятся в областях распространения древних оледенений.





<http://belarus-travel.livejournal.com/123092.html>

<http://www.vokrugsveta.ru/photo/thumbnails/600/10105.jpg>





[http://khopyor.moy.su/\\_fr/13/4346534.jpg](http://khopyor.moy.su/_fr/13/4346534.jpg)

[http://www.swisseduc.ch/glaciers/earth\\_icy\\_planet/icons-10/17-erratic.jpg](http://www.swisseduc.ch/glaciers/earth_icy_planet/icons-10/17-erratic.jpg)



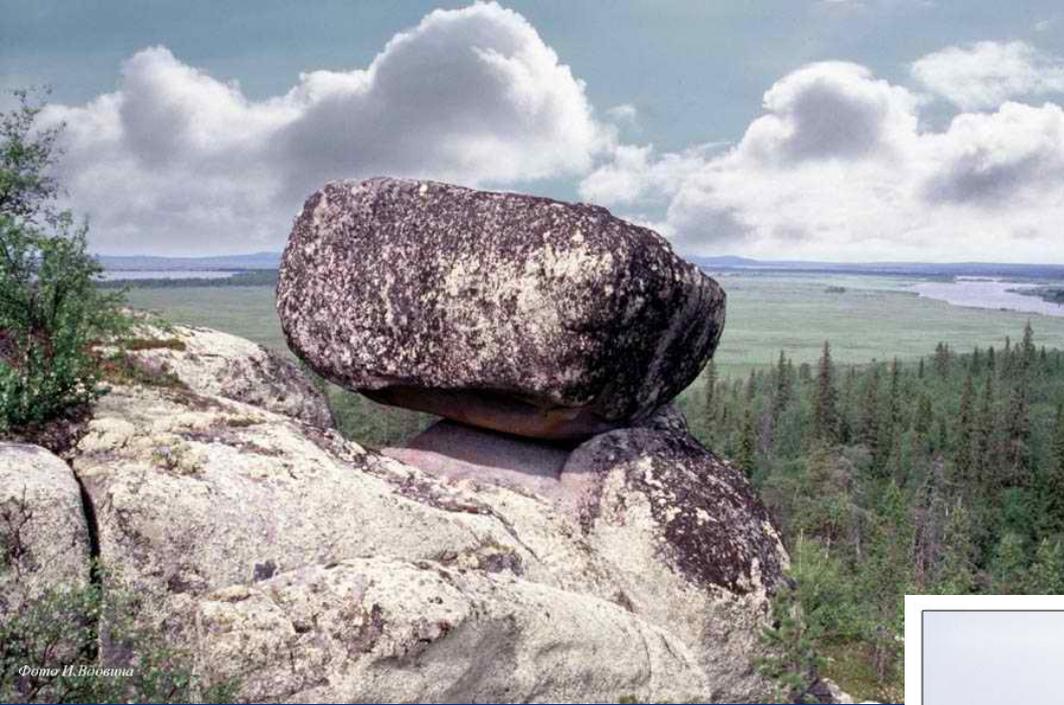
# Сейды

**Разновидность ледниковых валунов-неустойчиво лежащие крупные обломки, опирающиеся на подстилающую поверхность острой гранью (вершиной) или лежащий на более мелких обломках.**

Некоторые северные народы обожествляют эти сейды, поклоняются им и приносят жертвы. Некоторые псевдоученые пытаются выдать их за искусственные сооружения.



[http://www.ruslapland.ru/photo/photo\\_all/115.jpg](http://www.ruslapland.ru/photo/photo_all/115.jpg)



<http://img-2006-03.photosight.ru/05/1307119.jpg>



# Отторженцы



Крупные блоки горных пород с размерами от 10 до 100м и более, смещенные и переотложенные ледниками рассматриваются уже не как собственно обломки (валуны или глыбы), а как ледниковые отторженцы.



# Трансгрессии и регрессии

При повышении уровня моря происходит затопление прилегающего побережья- трансгрессия.

При понижениях уровня- морской бассейн отступает, что приводит к тому, что шельф частично осушается- регрессия.

В целом трансгрессии коррелируются с межстадиалами и термохронами, регрессии- с оледенениями и криохронами.



# Отложения межледниковий

На приморских территориях в течении межледниковий (интерстадиалов, термохронов) отлагались морские осадки разнообразного состава- глины, суглинки, супеси, пески, крупнообломочные образования. Для морских отложений характерна слоистость и сортированность или однородность гранулометрического состава.

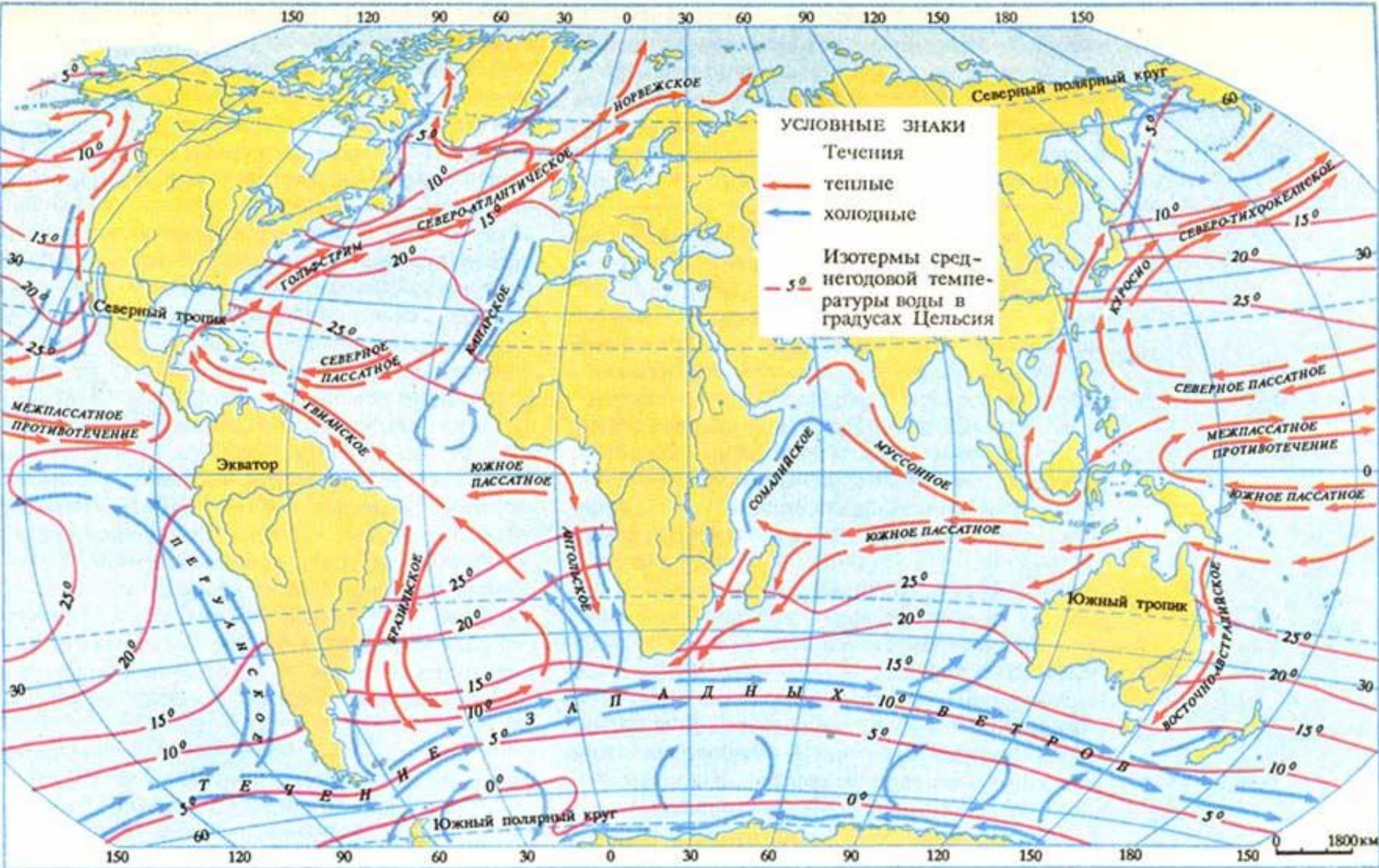
На территориях, не затронутых трансгрессиями, отлагались континентальные отложения различного генезиса (озерные, болотные, склоновые и т.д.) и разнообразного состава (в т.ч. и органико-минеральные грунты- торфы и сапропели).



Современная климатическая обстановка была сформирована в палеогене около 38 млн. лет назад. В это время образовались антарктический ледниковый щит и Панамский перешеек.

В результате последнего образовался Гольфстрим- по сути насос, перекачивающий теплую воду из экваториальных областей на север.

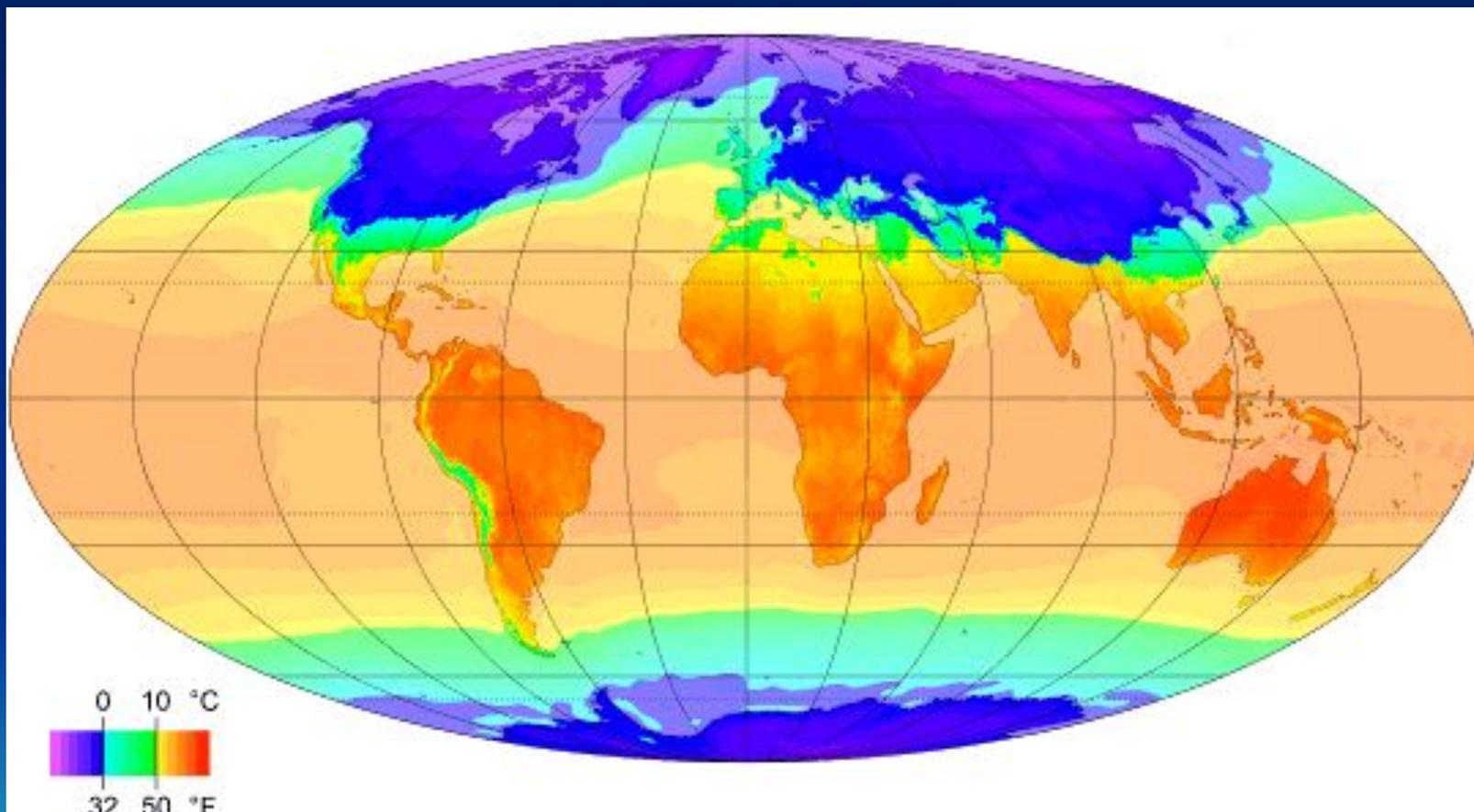




# Температура поверхности Земли

Среднемесячные температуры поверхности с 1961 по 1990  
годы

[http://kosmokid.ru/palneta\\_zemlya/что\\_такое\\_климат.html](http://kosmokid.ru/palneta_zemlya/что_такое_климат.html)



# Виды колебаний уровня моря

Эвстатические- колебания уровня моря обусловленные климатическими причинами (испарение, осадки, речной сток, оледенения и пр.)

Изостатические- колебания уровня моря, связанные с тектоническими движениями земной поверхности.



# Регрессии при оледенениях

При оледенениях часть объема воды связывается в леднике и выводится из кругооборота. Это приводит к эвстатическому понижению уровня Мирового Океана.



# Связь температуры и колебаний уровня моря

Согласно классическим представлениям между температурой и уровнем моря существует прямая зависимость: при повышении уровня моря повышается температура и влажность воздуха, при падении уровня моря- температура и влажность понижаются.

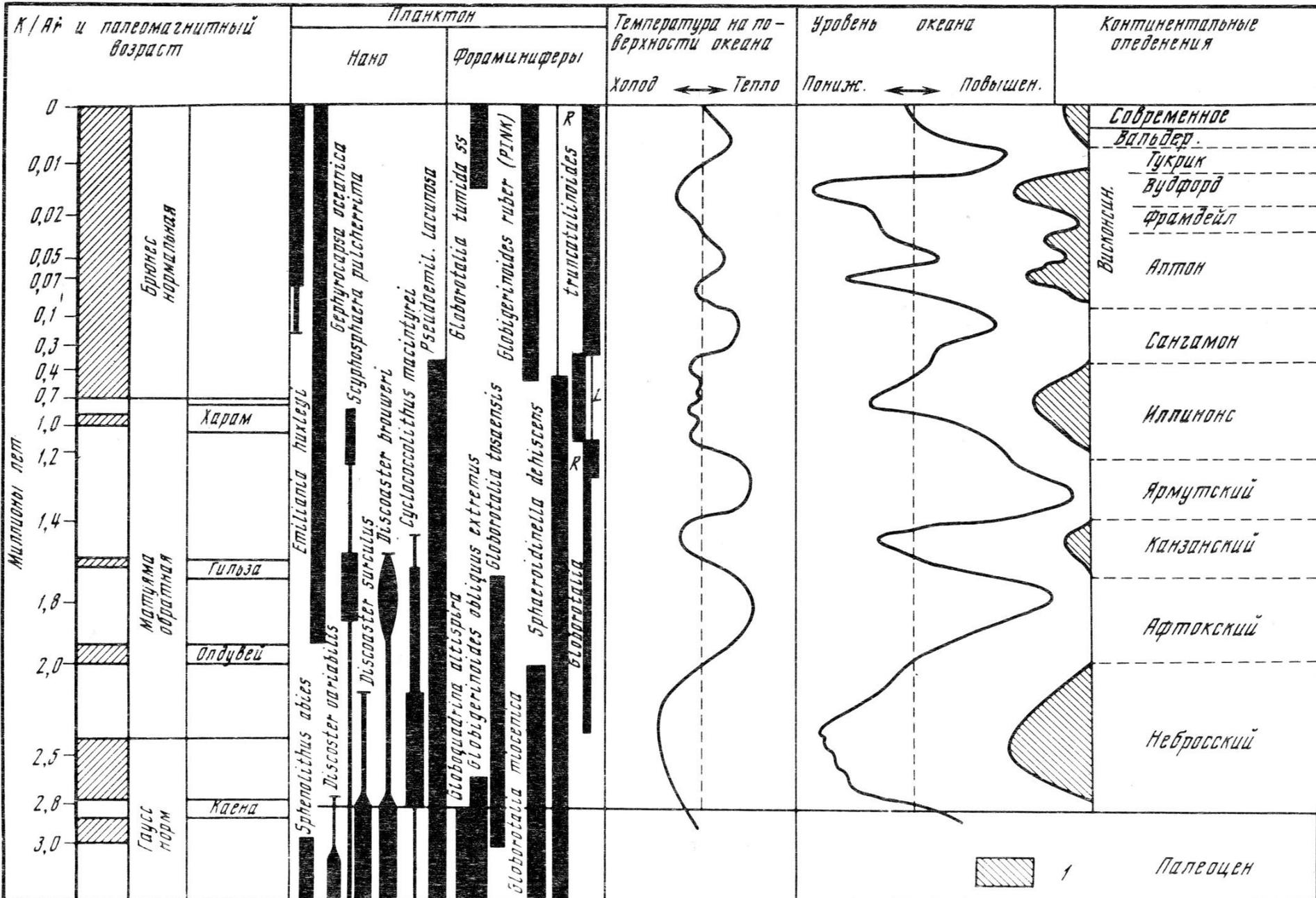


# Связь колебаний уровня моря и континентальных оледенений

Между континентальными оледенениями и изменениями уровня моря существует обратная связь. При оледенениях уровень моря понижается, т.к. часть океанской воды связывается льдом (переходит в состав ледников). Одновременно с этим, в силу предыдущего, происходит понижение температуры.



# Связь климата, колебаний уровня моря и оледенений (Мексиканский залив, Северная Америка, по



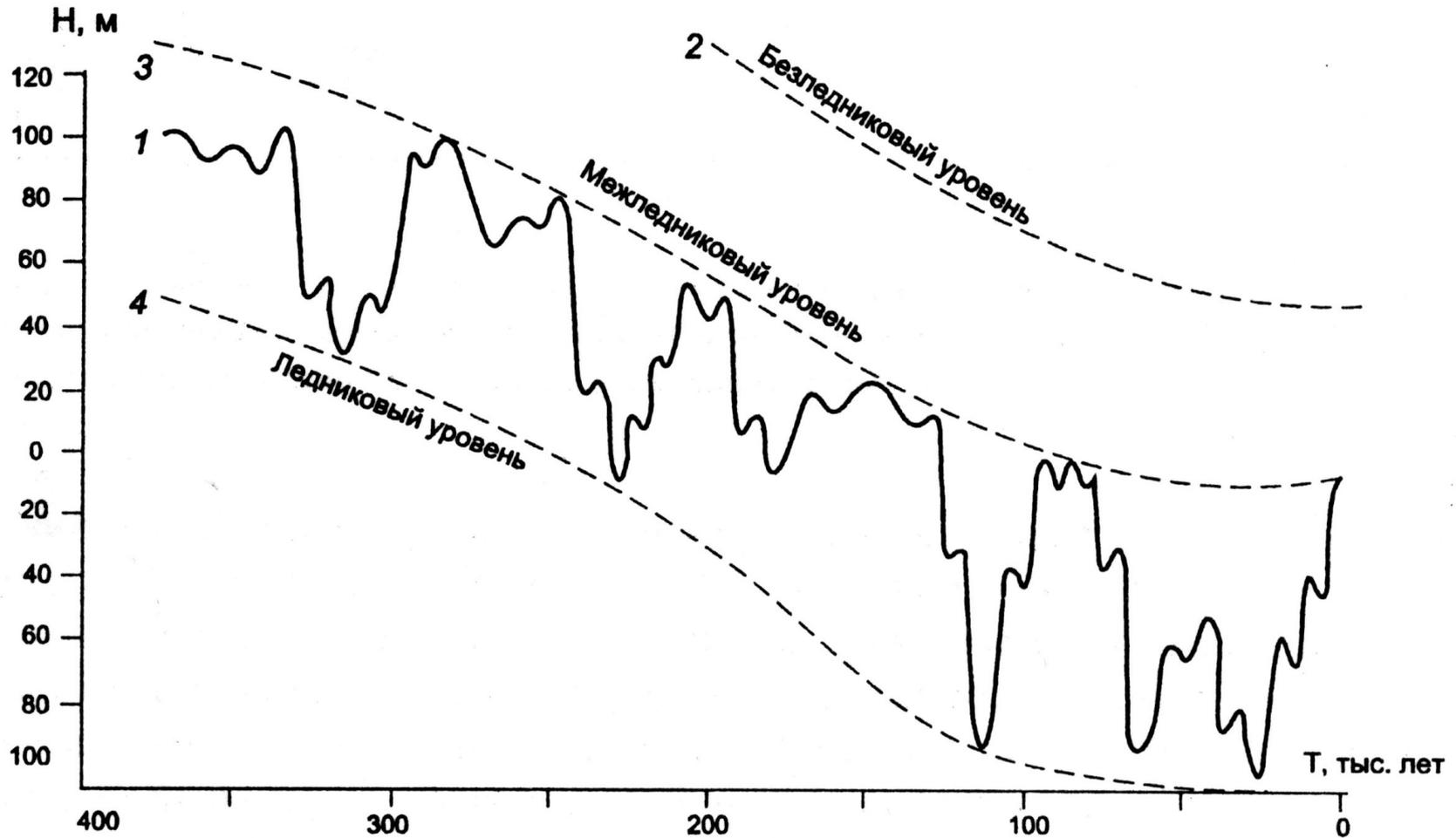
# Колебания уровня моря

В течение кайнозойской эры уровень моря колебался в пределах от -100 до +150м и более. В соответствии с этим происходили и соответствующие изменения климата, в т.ч. и температурного режима.

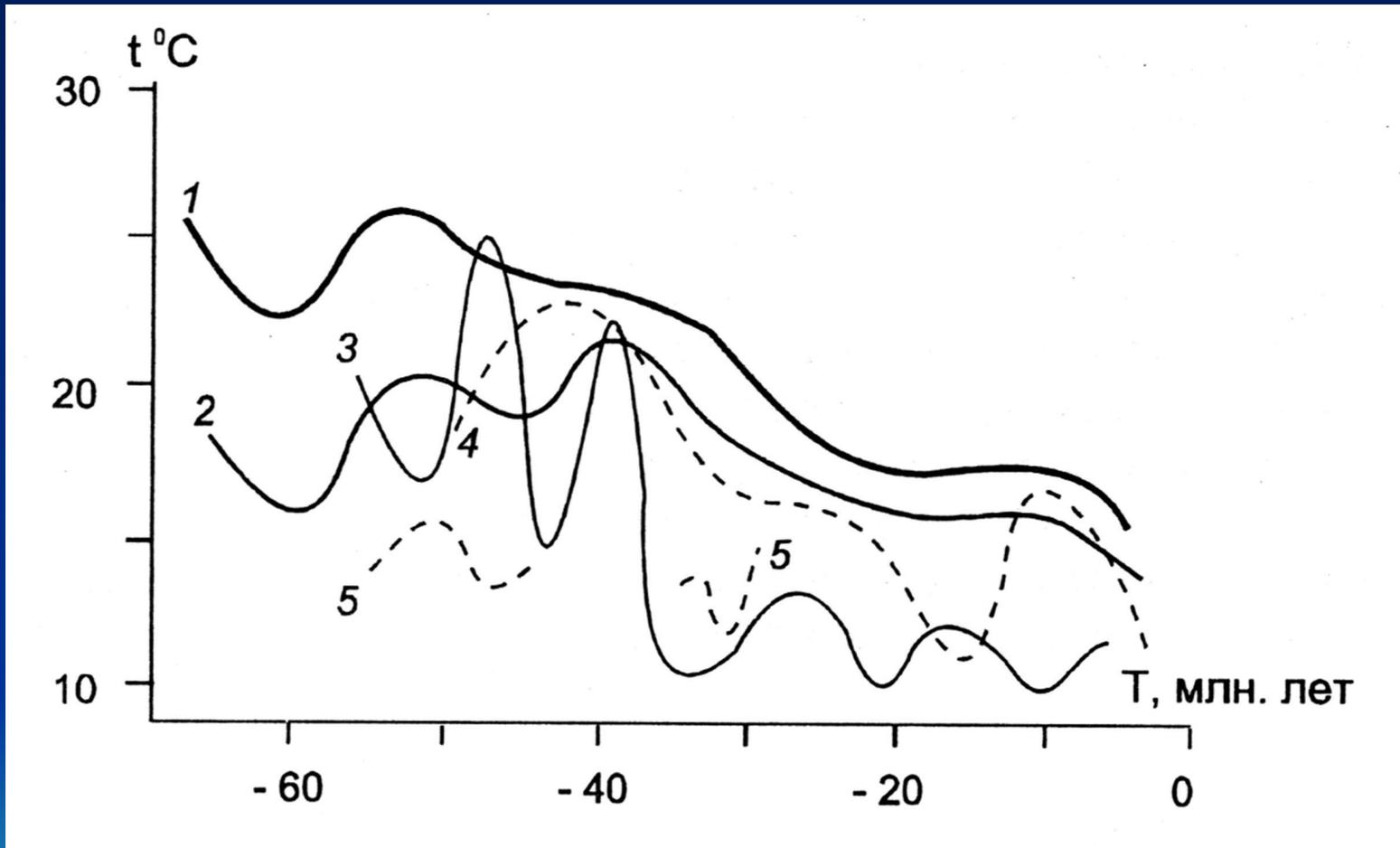
Как показывают графики колебаний уровня и температур общая тенденция климатических изменений в кайнозое- понижение уровня моря и похолодание.



# Кривая колебаний уровня моря в плейстоцене по Фейбриджу



# Кривая изменения температуры кайнозое

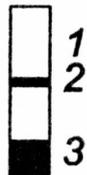
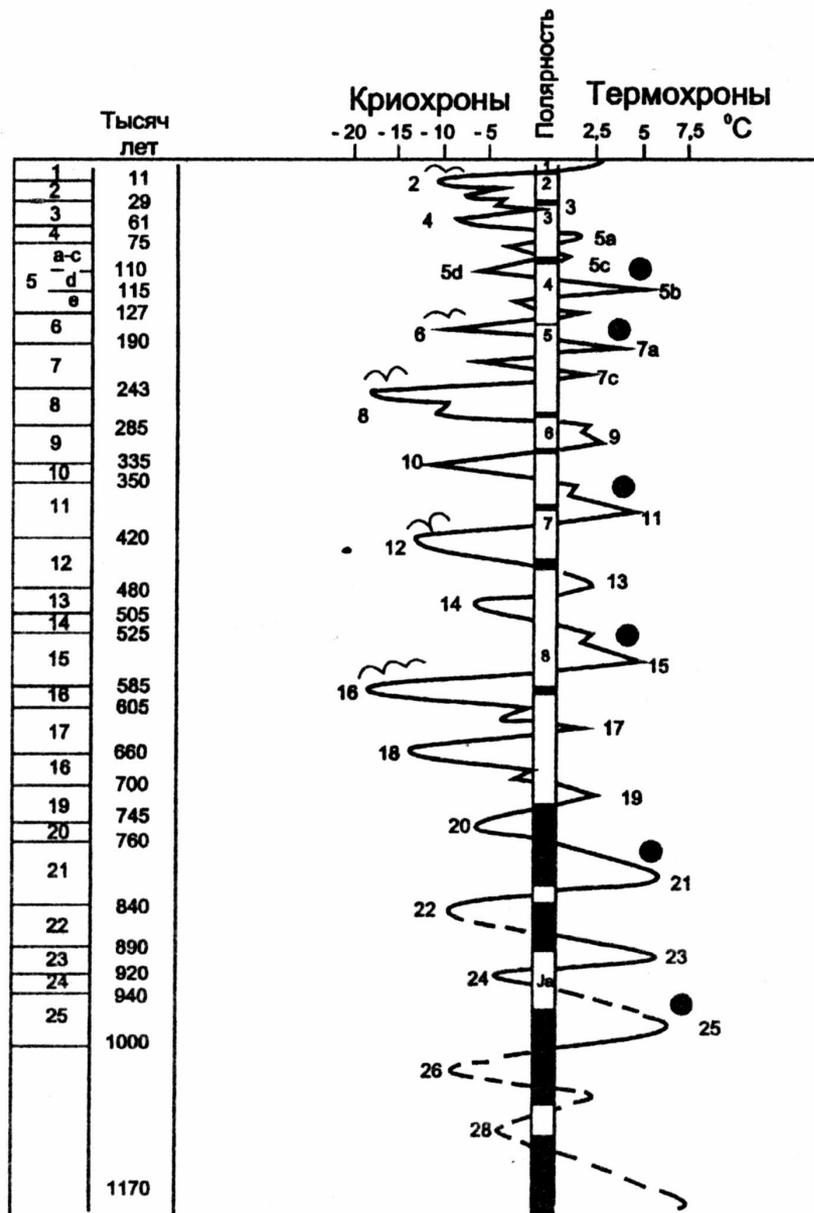


# Особенности климата в голоцене

**Формирование климатической обстановки голоцена (0-10тыс. лет) определялось процессом таяния последнего валдайского ледникового покрова, что сопровождалось повышением уровня моря и температуры при одновременном иссушении климата материковых областей. Скорость подъема уровня моря составляла в основном 10мм в год, достигая иногда 50мм/год. В первой половине голоцена климат теплее современного, затем произошло некоторое похолодание.**

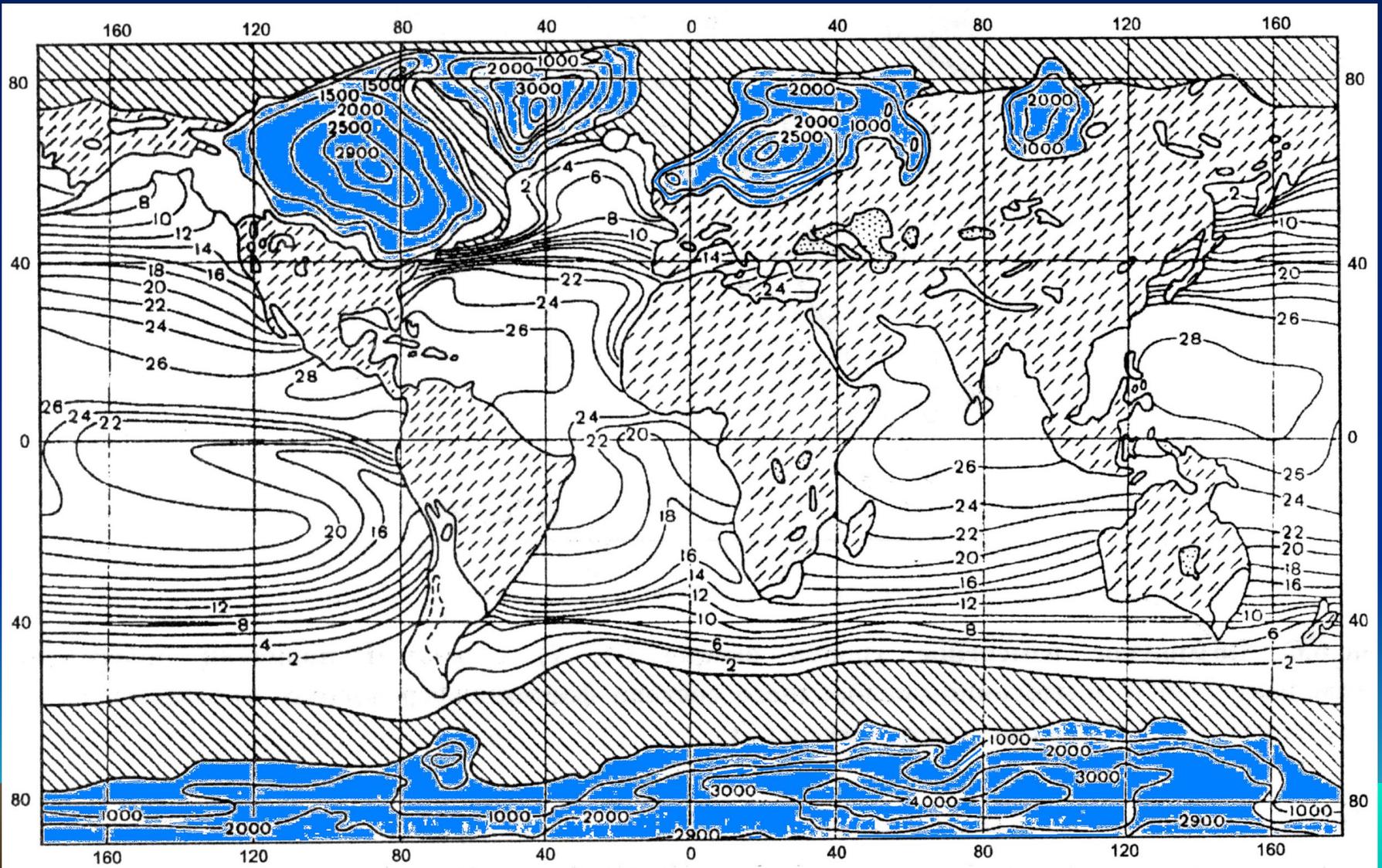
**Тенденция повышения температуры и уровня моря в голоцене носит локальный и короткопериодический характер на фоне общего похолодания и понижения уровня моря в кайнозое и плейстоцене.**



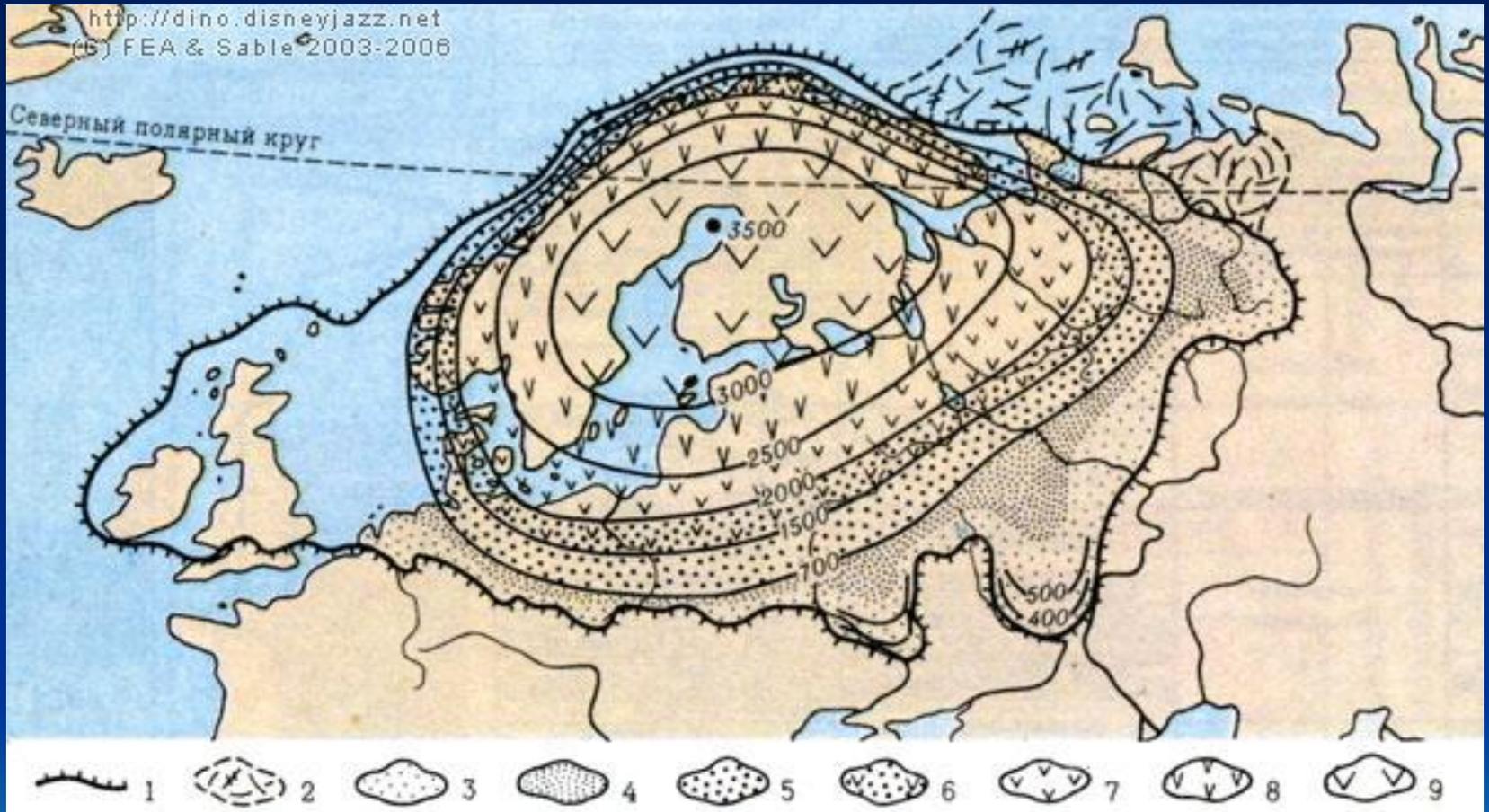


Температура  
воздуха в  
приатлантическом  
секторе северного  
полушария

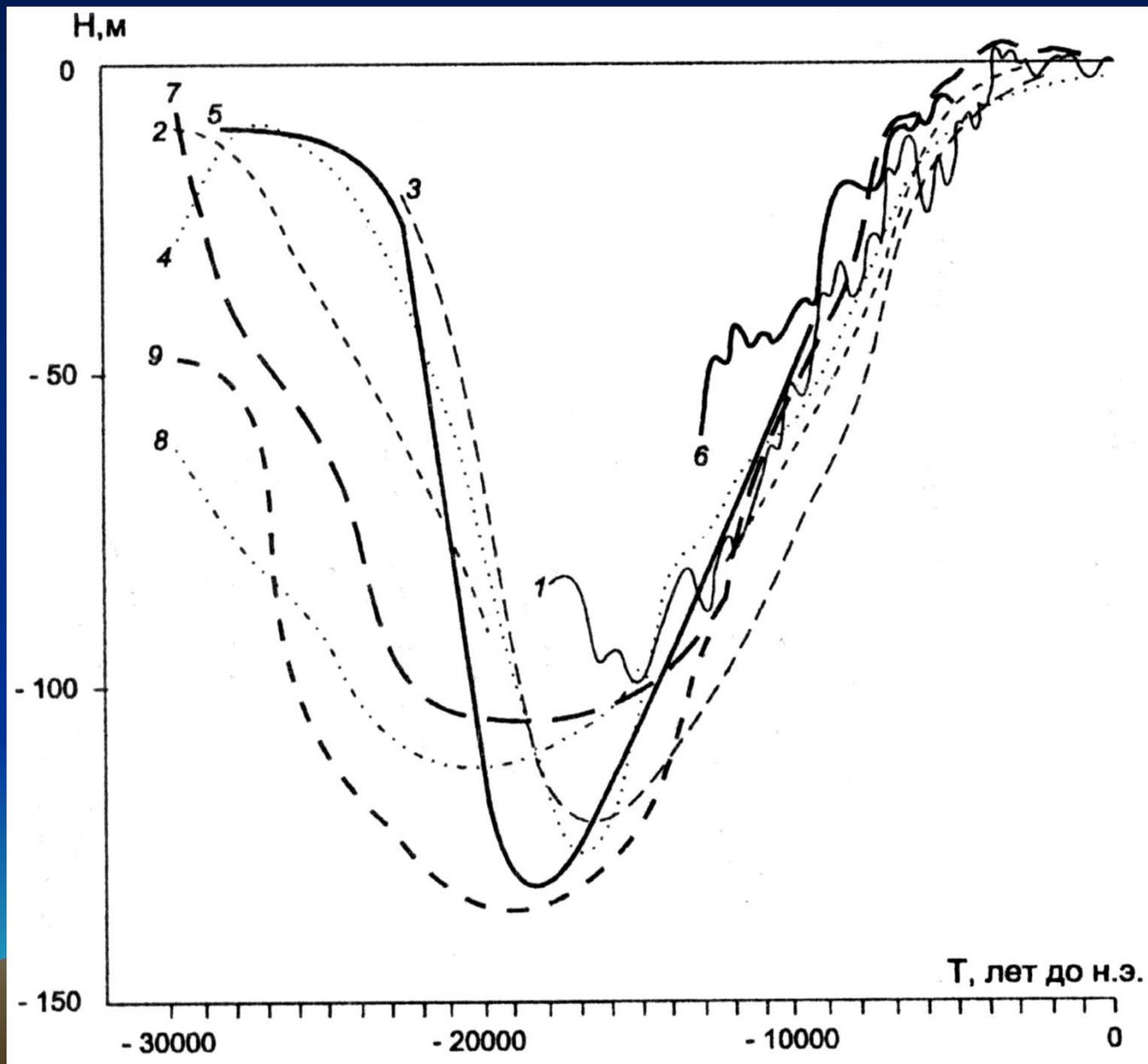
# Поверхность Земли во время последнего оледенения



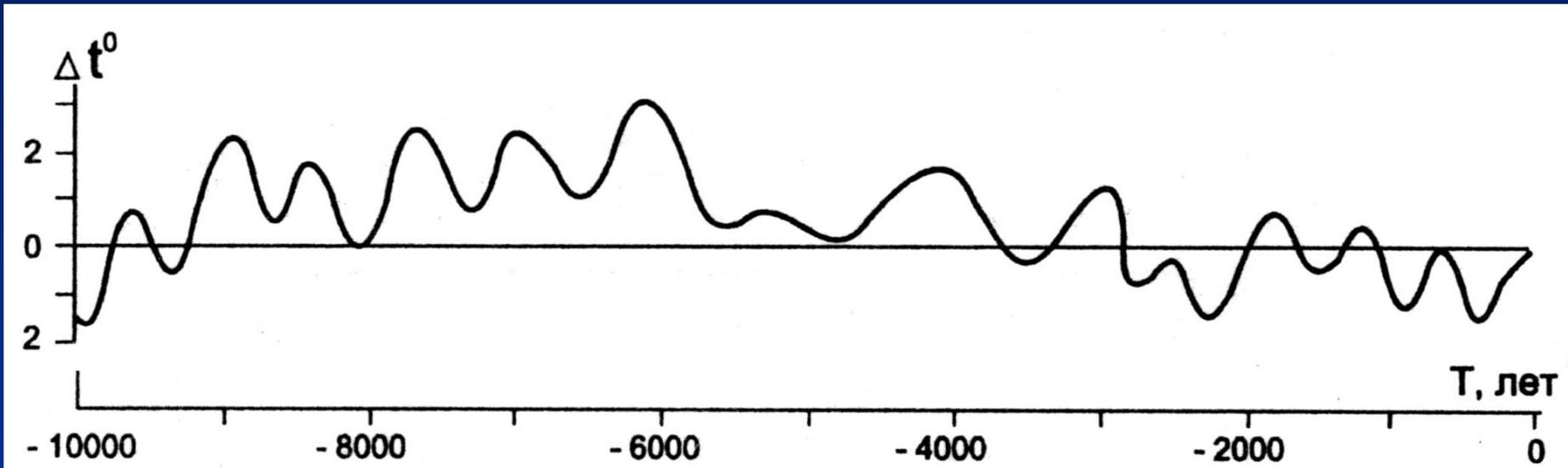
# Последнее оледенение Северной Европы



# Изменение уровня моря в последние 30 000 лет



# Температура воздуха Северного полушария



# Климат исторического периода

В Европе за последнюю 1000 лет имели место значительные изменения климата.

Выделяются:

- малый ледниковый период с двумя фазами в XIV-XV и XVII-XIX вв.
- малый климатический оптимум в VII-XIII вв.

В течение климатического оптимума (температура на 1-2°C выше современной) произошла колонизация Гренландии викингами, образовалась Священная Римская Империя Карла Великого, становление и расцвет Киевской Руси.

В течение малого ледникового периода: Столетняя война в Европе, царствование Ивана Грозного и Смутное Время на Руси, наполеоновские войны, сложились европейские традиции празднования Рождества и других зимних праздников.



# Тенденции последнего столетия

- В течение последних ста лет отмечается потепление и параллельное увеличение концентрации  $\text{CO}_2$ . Средняя температура воздуха в экваториальных умеренных и субполярных широтах повысилась при этом на  $1-2^\circ\text{C}$  по различным оценкам. Одновременно с этим наблюдалось повышение уровня Мирового Океана приблизительно на 20см.



# Теория глобального потепления

Ряд исследователей объясняют потепление за последние сто лет деятельностью человека. Основной постулат этой теории - температура повышается в результате выброса в атмосферу  $\text{CO}_2$  и других газов, создающих парниковый эффект. Выброс парниковых газов происходит в основном при сжигании углеводородного топлива.



# Предполагаемые последствия глобального потепления

1. Таяние ледников и подъем уровня моря- затопление и подтопление прибрежных районов. Общий объем полярных ледников около 17млн.км<sup>3</sup> (объем антарктического ледника составляет при этом более 90%). При полном их таянии уровень Мирового Океана повысится на 70м.
2. Общее повышение температуры приведет к уменьшению площадей земли, предназначенной для сельского хозяйства, что чревато голодом.
3. Изменение гидрологической обстановки вызовет активизацию катастрофических атмосферных явлений- тайфунов, торнадо, ураганов и т.п.
4. Таяние мерзлоты в высокоширотных районах вызовет массовое подтопление и заболачивание территорий.



# Почему общественность так беспокоит вопрос глобального потепления?

- Около 50% населения Земли живет в стокилометровой прибрежной полосе.
- В большинстве стран «золотого миллиарда» за исключением ФРГ, Франции и мелких государств Западной Европы (Лихтенштейн, Швейцария и др.), основная масса населения проживает в прибрежной полосе.
- Из 10 крупнейших городов мира 9 расположены в прибрежной зоне. Из 50 крупнейших 2/3 являются прибрежными.



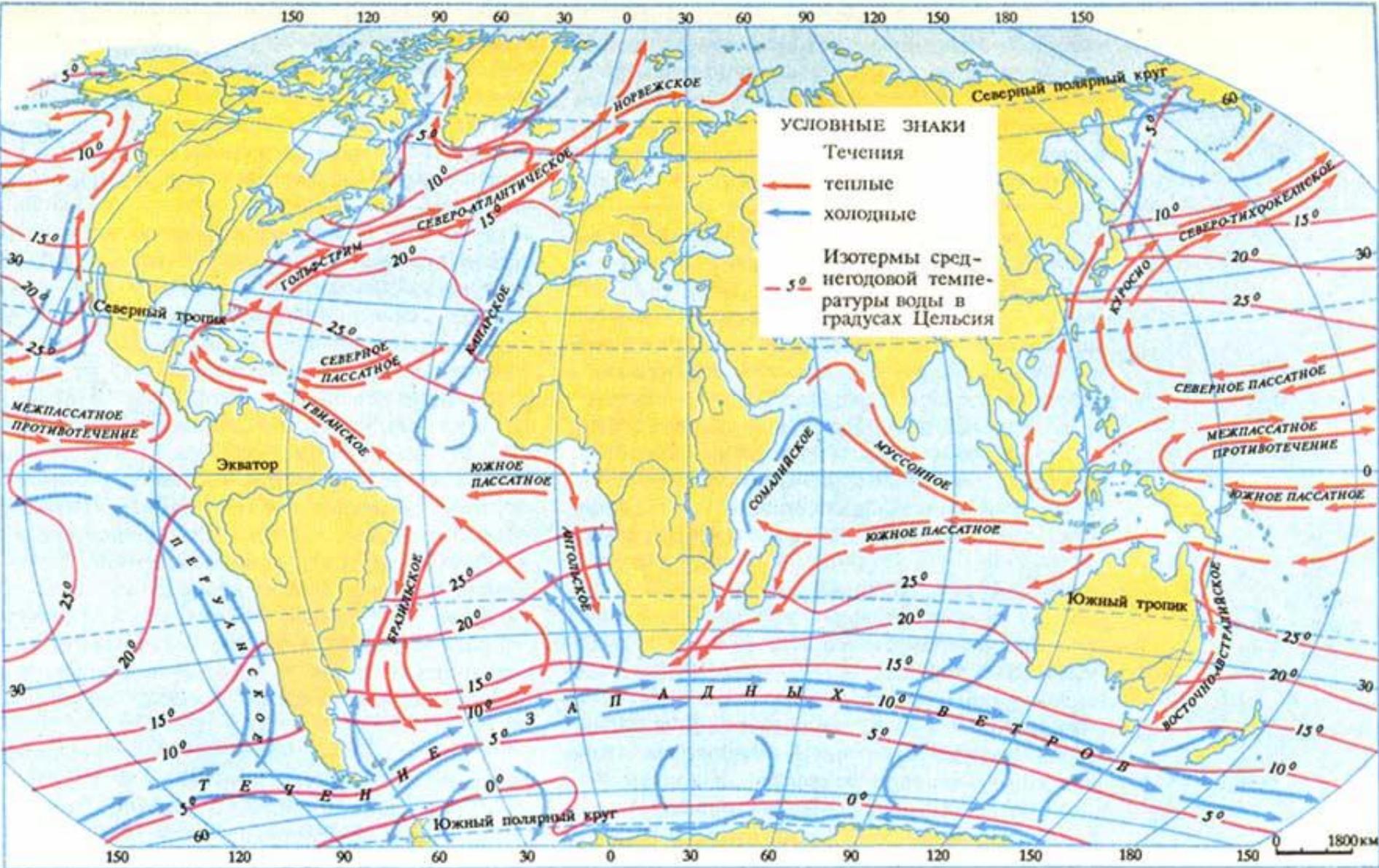
## Эффект от глобального потепления для России

В пределах европейской территории России (ЕТР), где проживает большая часть населения, потепление приведет к уменьшению продолжительности отопительного сезона, к расширению площади земель, пригодных для сельскохозяйственного использования.

В субарктических районах, где проживает менее 10% населения, произойдет таяние мерзлоты. Возможно это вызовет заболачивание, подтопление и ухудшение свойств грунтов- оснований зданий и сооружений в гг. Магадан, Норильск и др.

Большая часть территории России находится на абсолютных отметках более 100м. Повышение уровня моря на 70м затронет ее в незначительной степени.





# Контрдоводы к теории глобального потепления

- В течении всего плейстоцена, в т.ч. и при локальных потеплениях, когда температура подымалась значительно выше, чем современная с учетом потепления, Антарктический ледник существенно не изменял своего объема, какого-либо значительного таяния не наблюдалось.
- Наряду с  $\text{CO}_2$  и другими ПГ в составе промышленных выбросов присутствуют и твердые частицы- аэрозоли. Попадание этих частиц в верхние слои атмосферы приводит к охлаждению. Насколько этот эффект соотносится с потеплением в связи с повышением концентрации  $\text{CO}_2$  неясно.
- Не исключено, что повышение концентрации  $\text{CO}_2$  вызвано не столько промышленными выбросами, сколько интенсификацией процессов разложения органического вещества, захороненного в верхних слоях грунта, в результате повышения температуры.
- Математические расчеты на основании анализа кривых колебаний климата и уровня моря дают основания предполагать, что нынешняя тенденция к потеплению достигла своего максимума и в ближайшие годы следует ожидать понижения температуры.



# Опасность глобального похолодания

Если скептики окажутся правы и в ближайших нескольких десятках лет возможно снижение температуры:

В северной и северо-западной частях ЕТР следует ожидать наступления границ зоны распространения многолетнемерзлых пород на юг и запад. Предполагается активизация процессов, связанных с мерзлотой, сокращение посевных площадей, увеличение продолжительности отопительного сезона и общее удорожание стоимости жизни и увеличение производственных издержек. Возможно образование локальных ледников в гористых районах.

A stylized, low-poly silhouette of a mountain range in shades of brown and tan, positioned at the bottom of the slide against a blue gradient background.