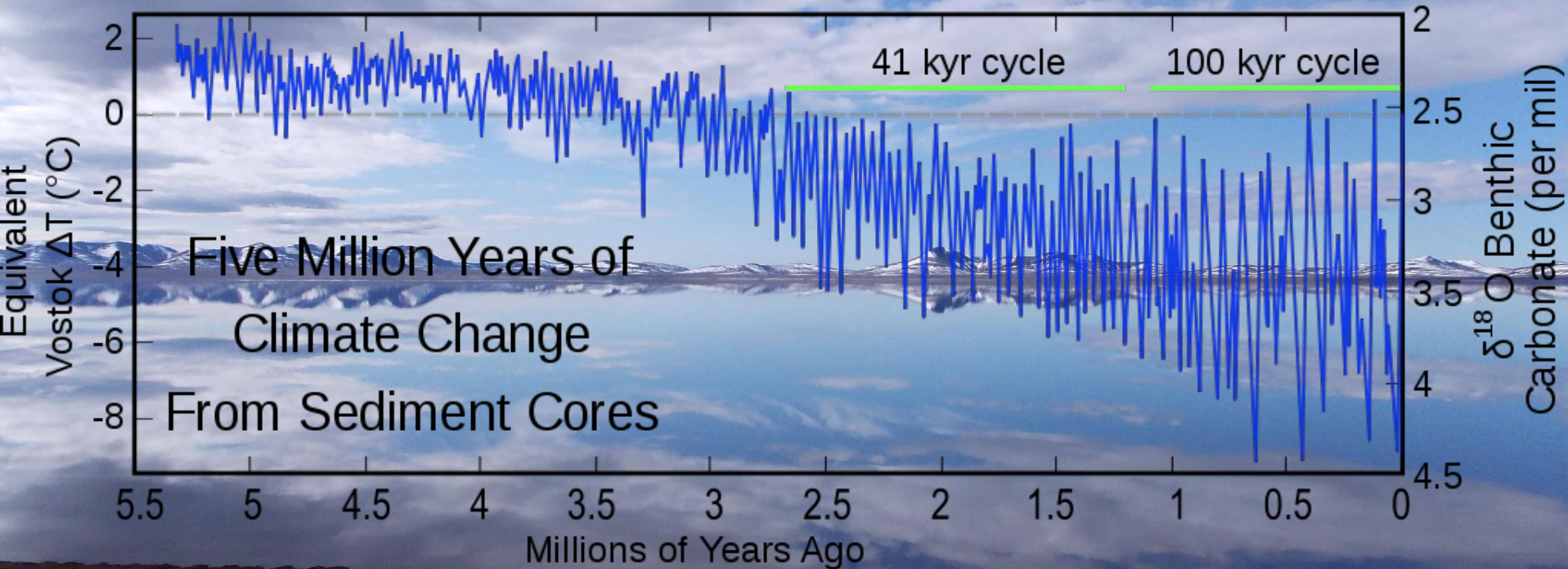
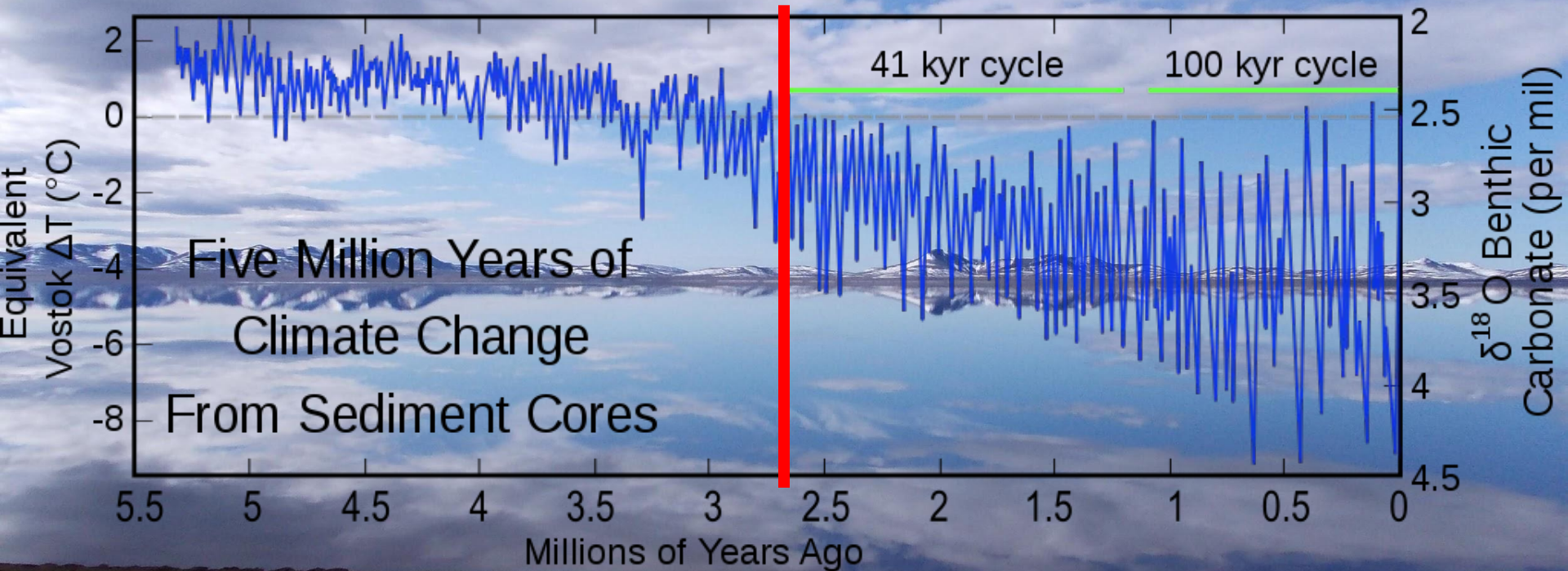


# Климаты четвертичного периода



Кислородно-изотопная кривая LR04 за последние 5 млн. лет, осредненная по 57 различным кернам Lisiecki and Raymo (2005)

# Интенсификация оледенений северного полушария в четвертичном периоде



Кислородно-изотопная кривая LR04 за последние 5 млн. лет, осредненная по 57 различным кернам Lisiecki and Raymo (2005)

## Существуют разные гипотезы

### Тектонические

- Поднятие Тибета в позднем Кайнозое изменившее циркуляцию атмосферы и за счет усиленного выветривания изменившее содержание углекислого газа в атмосфере.
- Закрытие Панамского (1,8 млн.) пролива изменившее океаническую циркуляцию.

### Астрономические.

Увеличение амплитуды циклов связанных с наклоном эклиптики около 3,2 млн. (это 40000 летние циклы, усиление сезонности или зональности).  
Затем 2,8-2,55 млн. резкое усилением амплитуды прецессии а таким образом и инсоляции (это 21000 циклы).

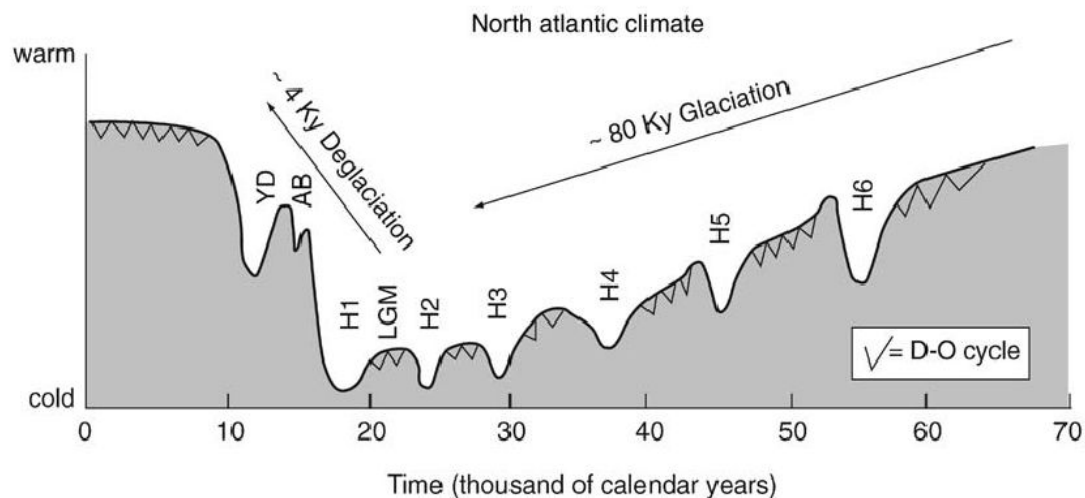
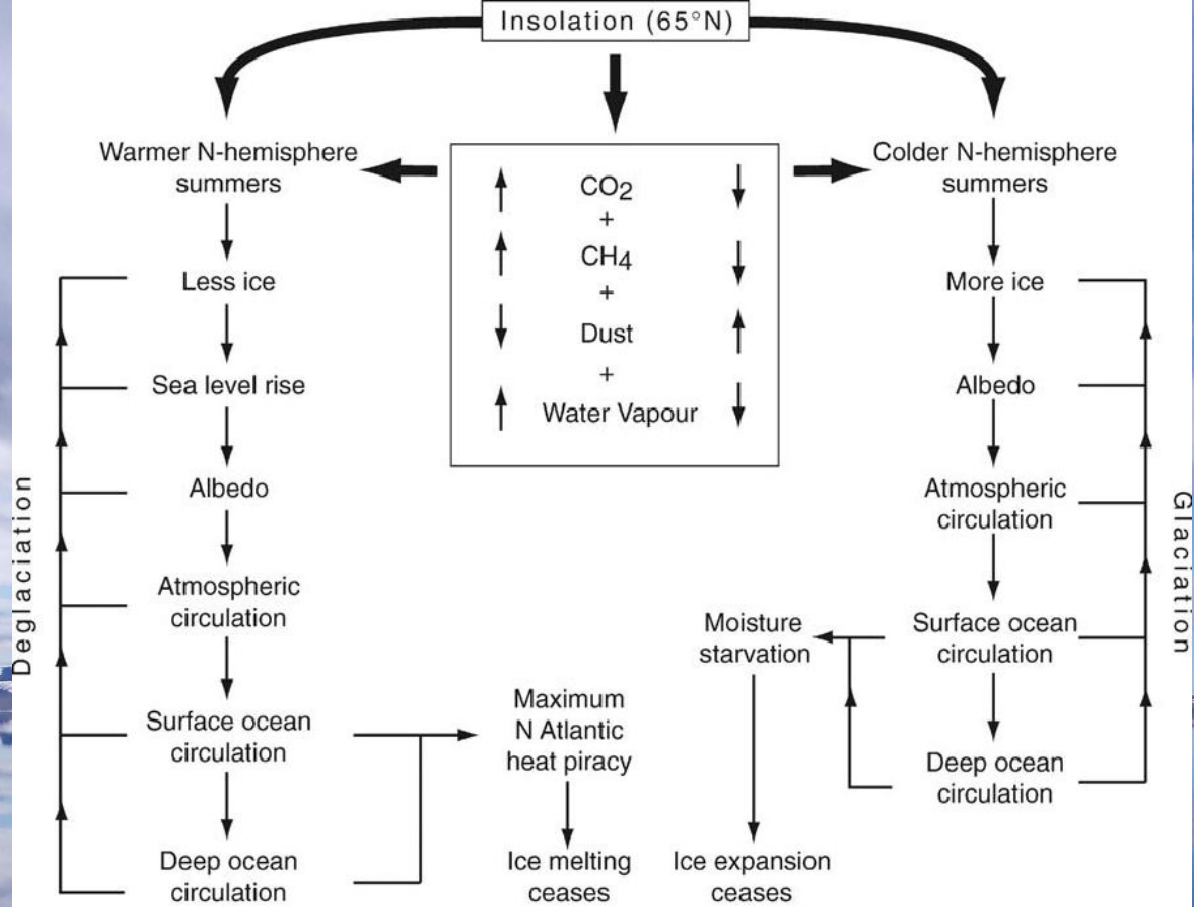
Общий тренд на похолодание существует уже более 5 млн. лет. Возможно начало четвертичного периода только одна их стадий этого процесса. Другой стадией было изменение климата примерно 1,9-1,8 млн. лет назад. До этого не было значительного градиента поверхностных температур моря в Тихом океане с запада на восток а после стал значительный градиент. Это изменило общую циркуляцию Океана.

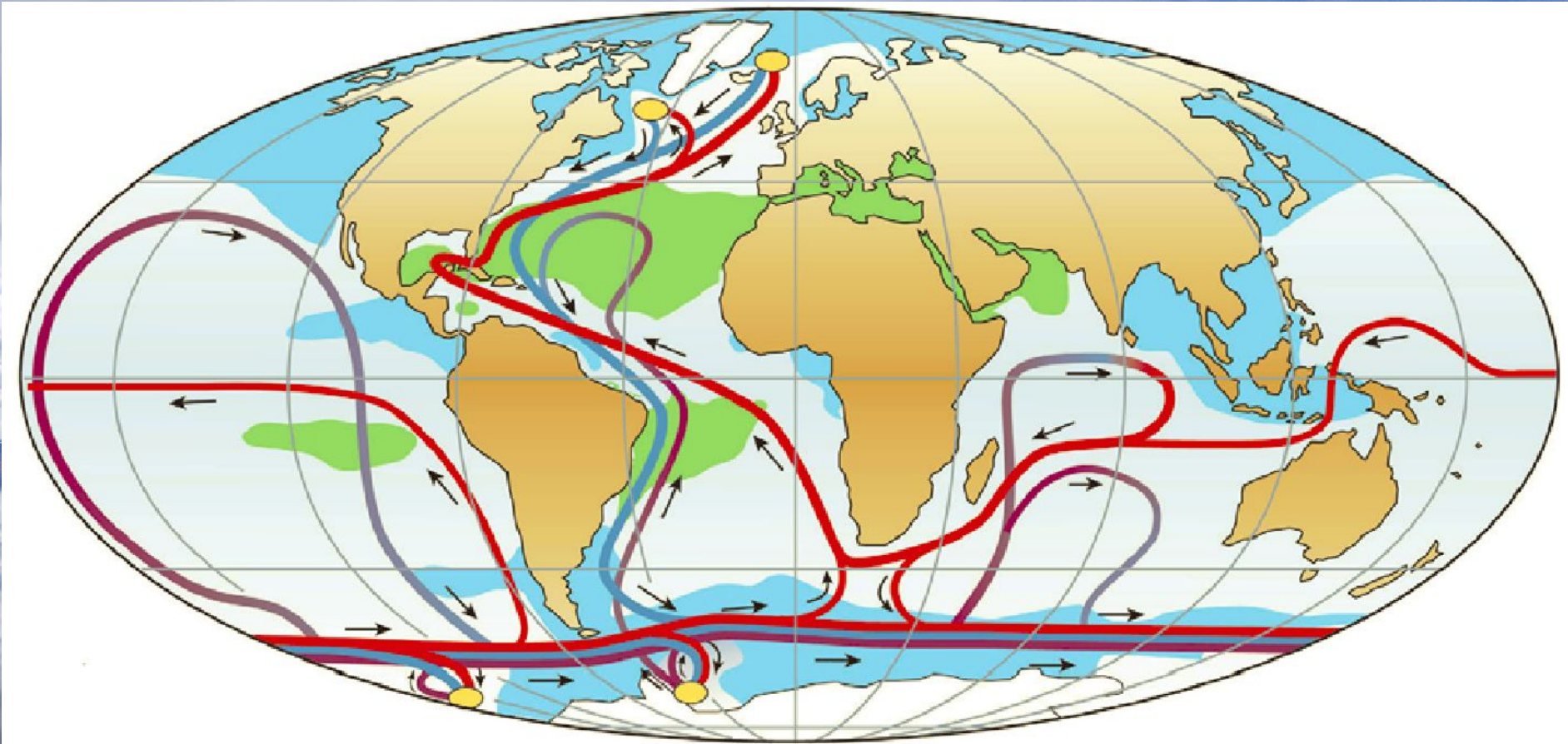
# Ледниковые – межледниковые циклы

Считается что основная причина связана с орбитальными параметрами. Однако это связано со сложным механизмом обратных связей. Например 18000 лет назад радиация на 65 гр была такая же как сегодня.

Три основных параметра. Эксцентриситет (96, 125, 413 тыс лет), наклон эклиптики (41 тыс) и прецессия (19-23 тыс лет).

Миланкович считал широту 65 гр критической. Если инсоляция достаточно мала на этой широте то лед может пережить лето т.е. оледенение. Общая амплитуда инсоляции на 65 гр за последние 600 тыс лет соответствует разнице между 65 и 77 гр.



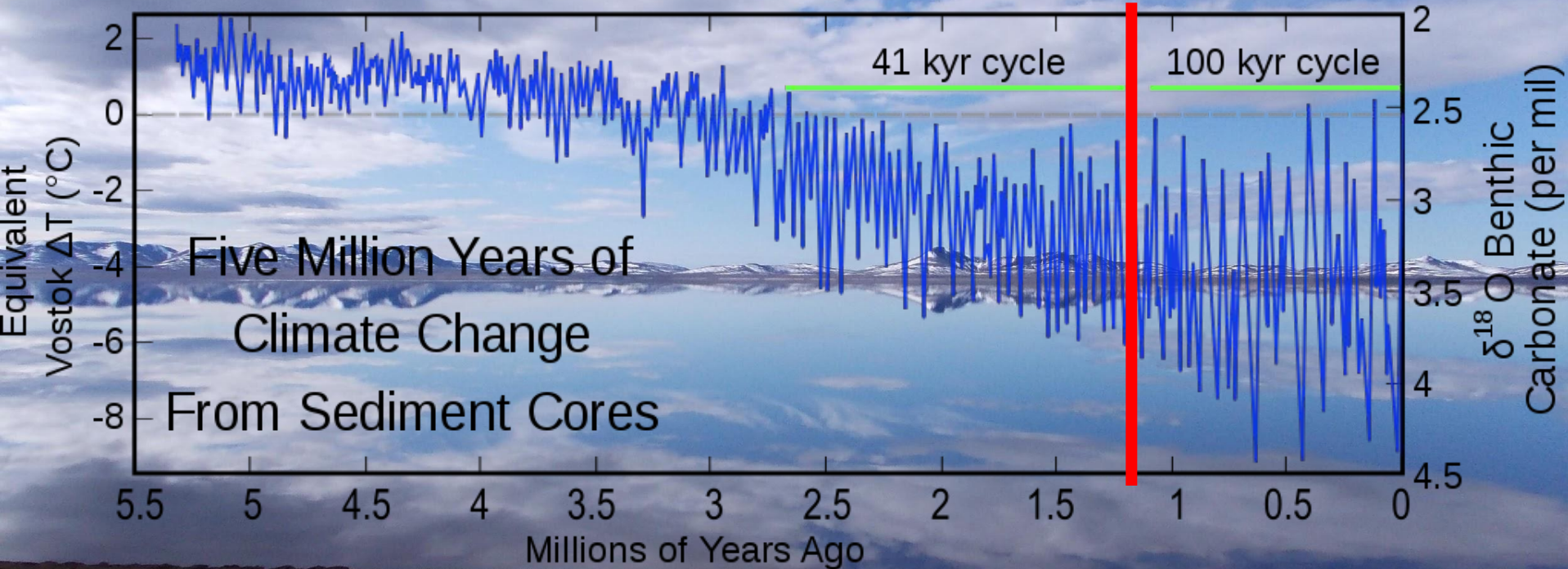


# Правило Иверсена - Гричук

Кривая изменений общей увлажненности смещена на четверть фазы от кривой теплообеспеченности в будущее

1. Холодно и влажно
2. Холодно и сухо
3. Тепло и сухо
4. Тепло и влажно

# Среднеплейстоценовая революция



Кислородно-изотопная кривая LR04 за последние 5 млн. лет, осредненная по 57 различным кернам Lisiecki and Raymo (2005)



Примерно 1-0,6 млн. Считается что до примерно 800 тыс лет л-м циклы шли в соответствии с циклами наклона эклиптики 41 тыс лет а после стали более интенсивными и их периодичность стала около 100 тыс лет. Влияние эксцентриситета намного слабее прецессии поэтому должны быть причины почему климат перешел от режима линейного реагирования на не линейное. К тому же у периода эксцентриситета есть несколько спектральных пиков (96, 125, 413 тыс лет) но не 100. Последние 8 л-м циклов колеблются в пределах 87-119 тыс лет. Есть разные гипотезы включая то что эксцентриситет тут не причем

# Несколько –тысячелетние циклы

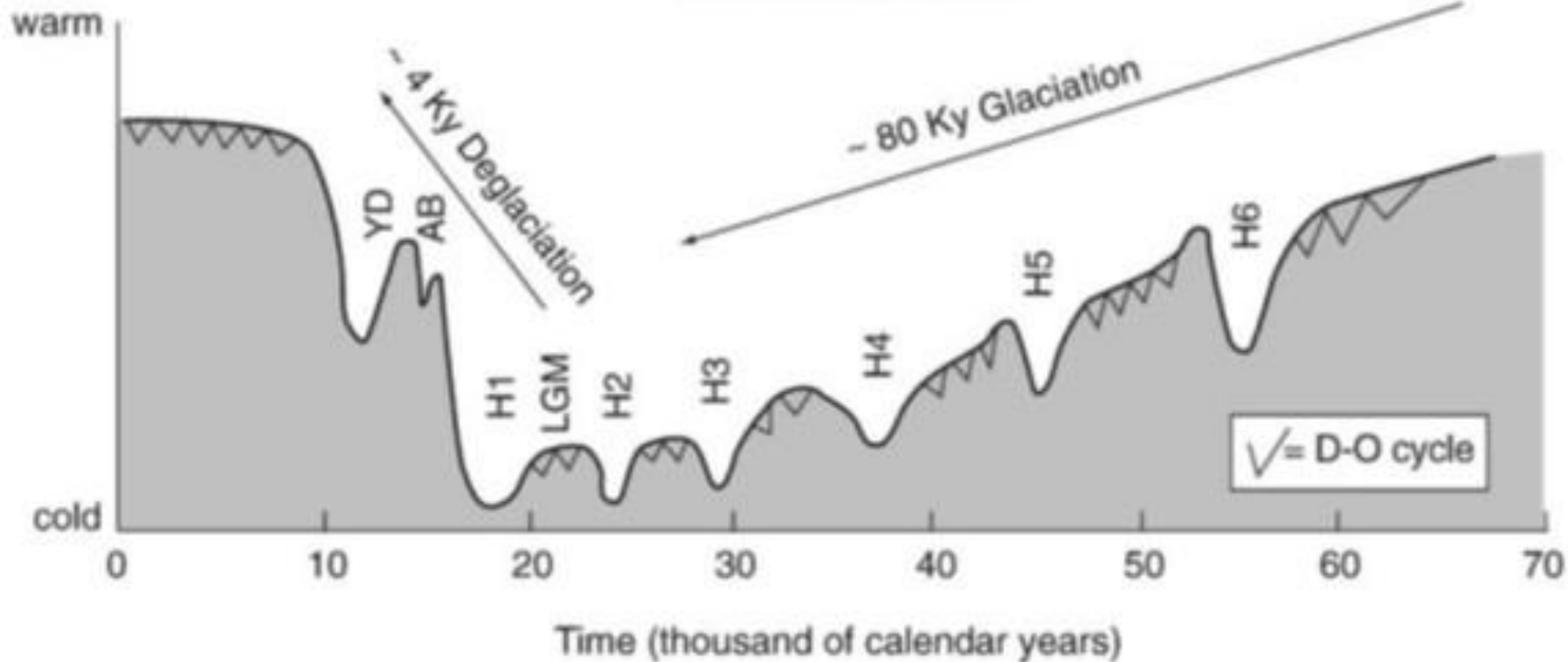
**Dansgaard–Oeschger cycles (DO) (осцилляции Дансгора-Эшгера) – в среднем 1470 лет**

**Heinrich events (HEs) (события Хайнриха) – в среднем каждые 7200+/-2400 лет**

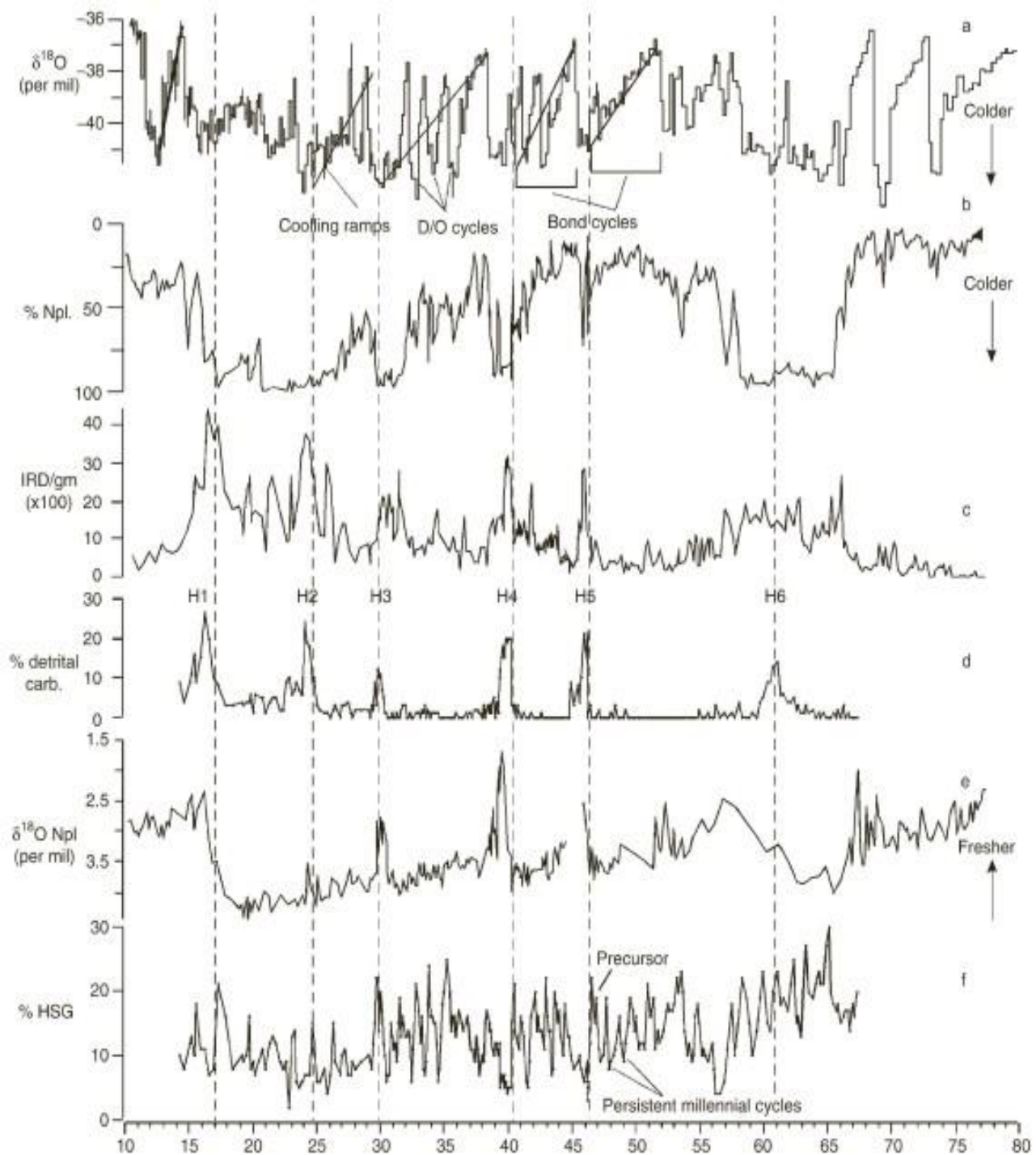
**Циклы Бонда**

**Циклы Шнитникова – 1850 лет**

# North atlantic climate



**(a) Records from GISP2 ice core, and (b–f) DSDP 609. Npl., N. pachyderma (s.); HSG, hematite-stained grains; H, Heinrich event. Dashed lines mark boundaries between increases in detrital carbonate (Heinrich events) and precursory events as defined by HSG record. See text for discussion (modified from Bond et al., 1999).**



Events	GRIP age (years bp)	Duration	Events	GRIP age (years bp)	Duration
Holocene	11,551				
GI-1	14,491	1,780	GS-1	12,711	1,160
GI-2	21,631	240	GS-2H1	21,391	6,900
GI-3	25,571	300	GS-3H2	25,271	3,640
GI-4	28,311	300	GS-4	28,111	2,540
GI-5	30,011	560	GS-5H3	29,451	1,140
GI-6	31,191	360	GS-6	30,831	820
GI-7	32,911	790	GS-7	32,121	930
GI-8	35,731	1,810	GS-8	33,921	1,010
GI-9	37,671	240	GS-9H4	37,431	1,700
GI-10	38,991	680	GS-10	38,311	640
GI-11	40,851	1,180	GS-11	39,671	680
GI-12	44,371	2,560	GS-12	41,811	960
GI-13	46,751	860	GS-13H5	45,891	1,520
GI-14	51,991	4,980	GS-14	47,011	260
GI-15	53,571	400	GS-15	53,171	1,180
GI-16	56,011	1,780	GS-16	54,231	660
GI-17	56,851	560	GS-17	56,291	280
GI-18	61,771	280	GS-18H6	61,491	4,640
GI-19	69,751	2,060	GS-19	67,691	5,920
GI-20	74,041	2,430	GS-20	71,611	1,860
GI-21	83,091	7,620	GS-21	75,471	1,430
GI-22	88,700	2,609	GS-22	86,091	3,000
GI-23	103,946	7,846	GS-23	96,100	7,400
GI-24	106,180		GS-24	105,601	1,655

# Позднеледниковье и Голоцен

## Схема Блитта - Сернандера

Поздний плейстоцен состоит из следующих фаз (даты приблизительные, калиброванные):

- Древний дриас Древний дриас, 14000—13600 лет до настоящего времени.
- Аллерёдское потепление, 13600—12900 л. н.
- Поздний дриас, 12900—11640 л. н.

Голоцен состоит из следующих фаз:

- Пребореальный период
- Бореальный период — холодный, сухой, подъём температуры, 11500—8900 лет до настоящего времени.
- Атлантический период — жаркий, влажный, температурный максимум, 8900—5700 л. н.
  - Старший Перон, сильное потепление около 7000—6100 л. н.
- Суббореальный период, 5700—2600 л. н.
  - Пиорское колебание, 5200—4900 л. н.
- Субатлантический период, 2600 лет до настоящего времени — 0.

