

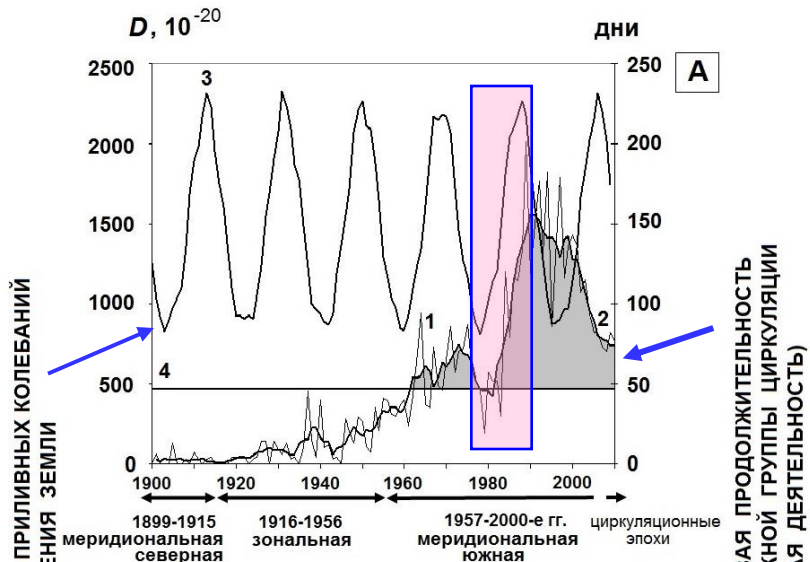


**СЁРДЖИ ЛЕДНИКОВ *АНТАРКТИДЫ* И ДРЕЙФ КРУПНЫХ
АНТАРКТИЧЕСКИХ АЙСБЕРГОВ
ПРИ РЕЗОНАНСЕ ЛУННО-СОЛНЕЧНЫХ ПРИЛИВОВ И ВОЛНЫ
ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ *1988-1989 ГГ.***

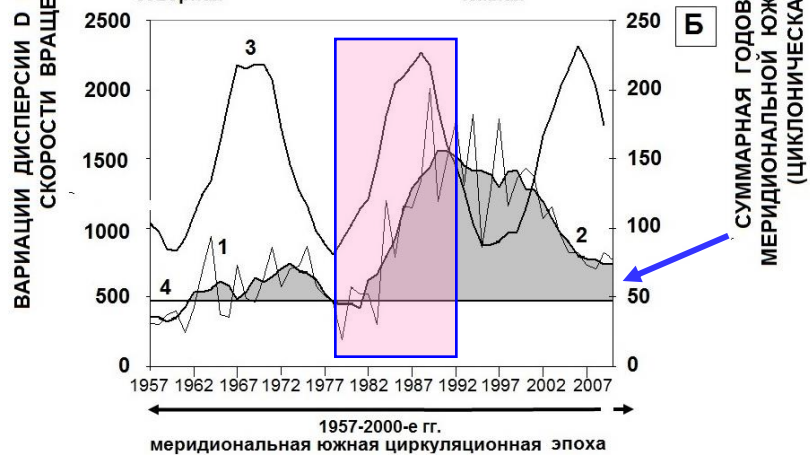
Захаров В.Г
ГИН РАН, г. Москва, e-mail: zakharov_vg@mail.ru

Исследованиями эволюции полярных ледников (Арктика, Антарктида) и горных (Евразия, Центральные Анды, Южная Патагония, Новая Зеландия) в **1890-2012 гг.** выявлено следующее.

[данные: 2009, 2013, 2014, 2016, 2017].

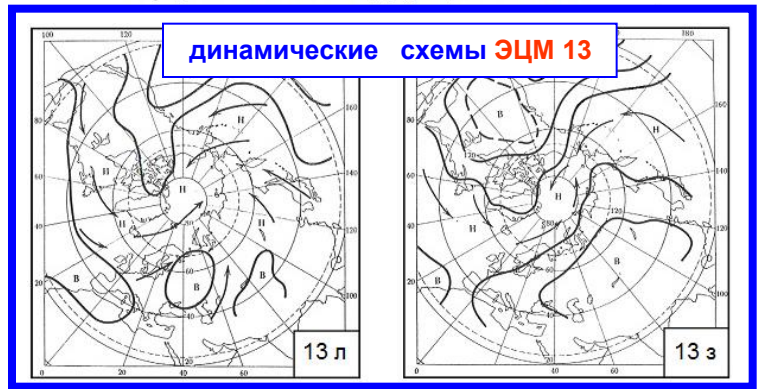


Пик волны меридиональной южной циркуляции 1989 г.
практически совпал с максимумом лунно-солнечных приливов в 1988 г.

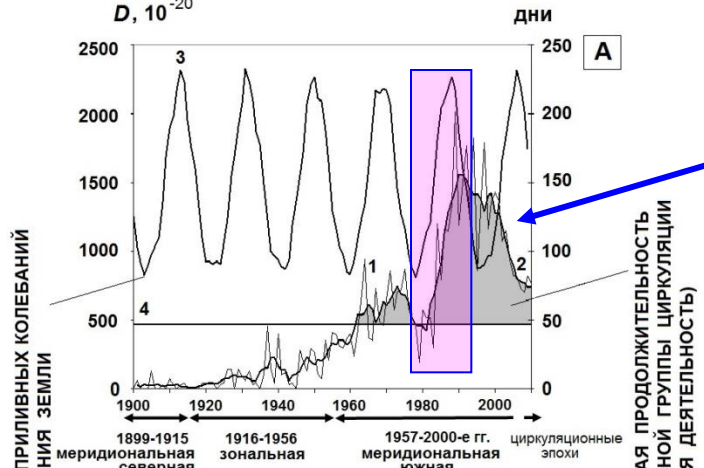


СУММАРНАЯ ГОДОВАЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ЮЖНОЙ ГРУППЫ ЦИРКУЛЯЦИИ (ЦИКЛОНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ)

при доминировании до 200 дней в году элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) 13л,з.



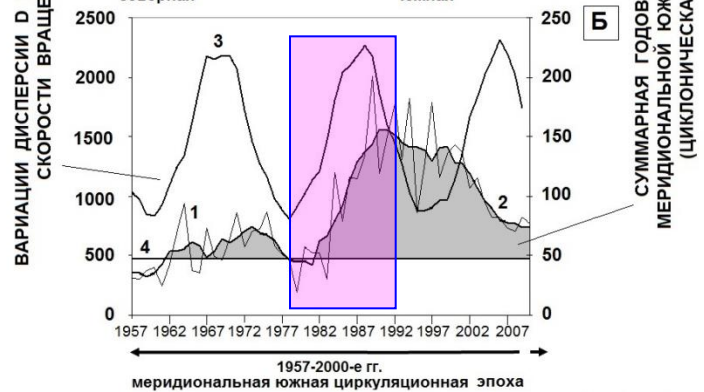
Основной признак ЭЦМ 13:
циклонический вихрь над полюсом [Кононова, 2009].



Наложение указанных двух процессов способствовало **резкому усилению (резонансу) циклонической деятельности в планетарном масштабе (1990-2012 гг.)**

В **1980-1989-2005** гг. это вызвало:

- **интенсивный привнос снежных осадков к ледникам,**
- **быстрое их наращивание,**
- **повсеместные сёрджи**
- **от Арктики до Антарктиды**



А также: Гренландия, Исландия, Северная Земля

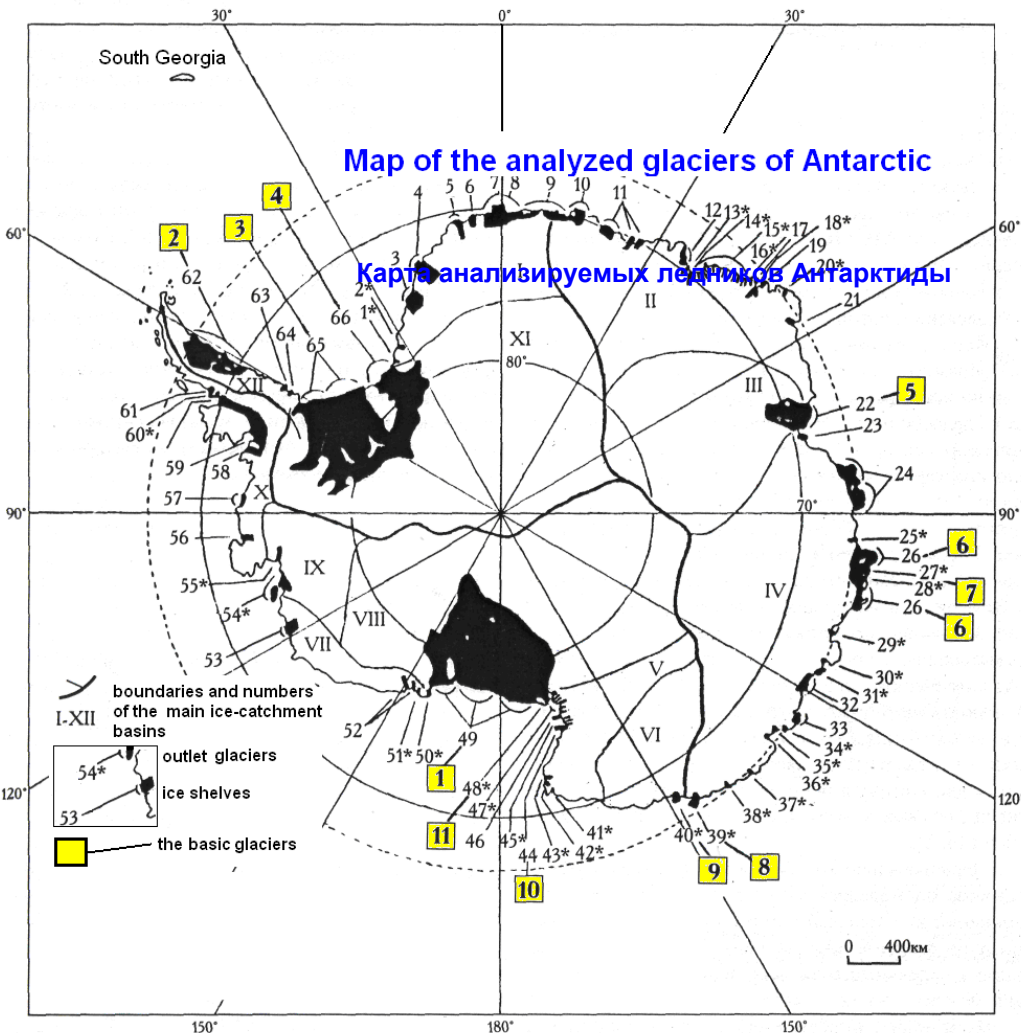
А также: Алтай, Аляска, Кавказ, Пакистан, Индия, Центральные Анды, Новая Зеландия

данные: [Захаров 2014, 2016, 2017; Захаров, Кононова, 2013; Кононова 2009].

Айсберговый сток Антарктиды и лунно-солнечные приливы

Map of the analyzed glaciers of Antarctic

Карта анализируемых ледников Антарктиды



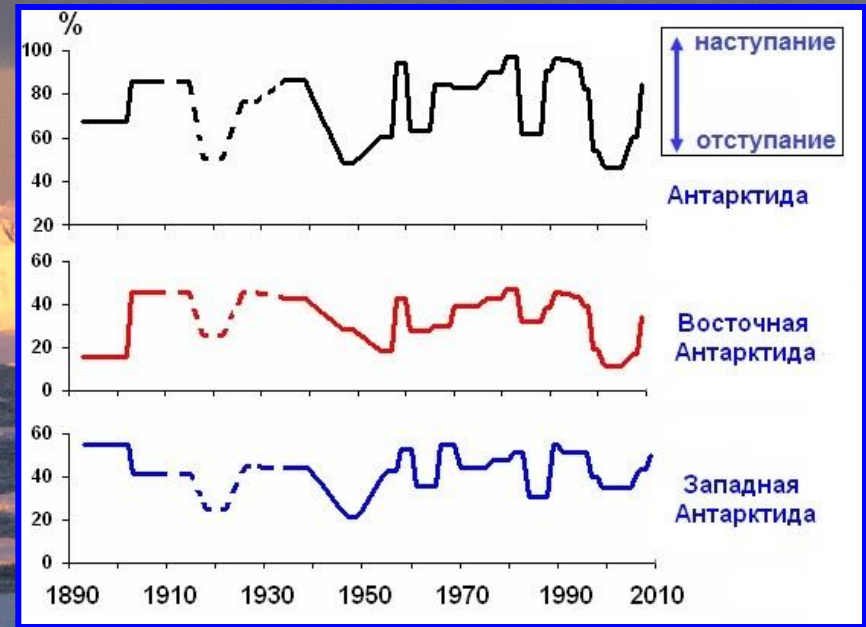
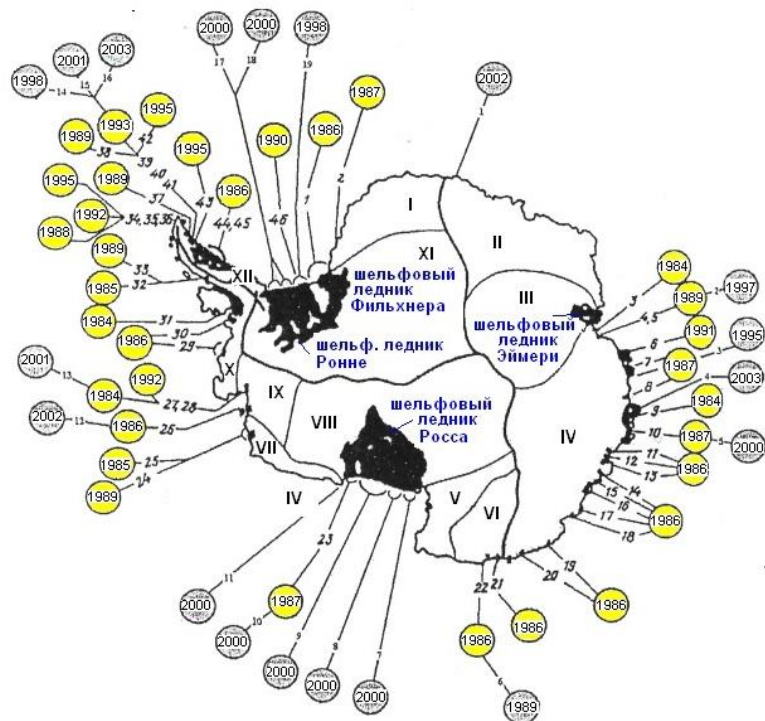
Исследования в этом направлении опирались:

1- на установленные в 1980 г. подвижки (сёрджи) крупных шельфовых ледников в море Уэдделла (Фильхнера, Ронне, Ларсена)

2 – на анализ колебаний 88 шельфовых и выводных ледников Антарктиды за последние 90-120 лет.

Было также выявлено:

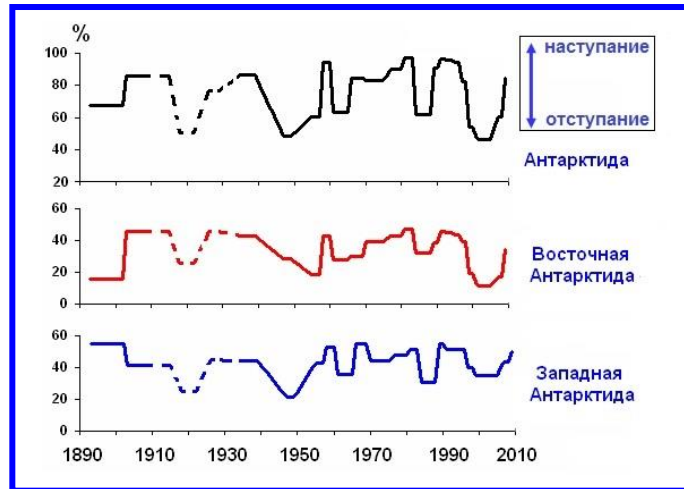
3 - С конца XIX до начала XXI вв. подвижки (сёрджи) и айсберговый сток ледников Антарктиды носили периодический характер и всегда происходили после грандиозных обломов айсбергов.



Колебания шельфовых и выводных ледников Антарктиды с 1893 по 2009 гг. (отношение числа подвижек ледников в % к сумме всех анализируемых)

Обломы наиболее крупных айсбергов Антарктиды в 1985-1995 и 1997-2003 гг.

Особенности динамики края антарктических ледников



Колебания шельфовых и выводных ледников Антарктиды с 1893 по 2009 гг.



Периоды подвижек ледников связаны с повышениями уровня моря у края при действии циклонов и нагонах воды.

Реакция плавающих частей ледников в этих условиях:

- отрыв от донных поднятий;
- увеличение скорости продвижения (рост айсбергового стока);
- возрастание скорости дрейфа айсбергов, отделившихся от ледников.

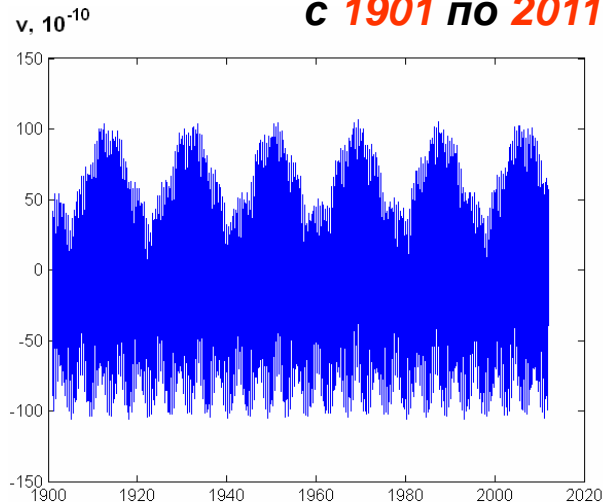
Периоды замедления продвижения края ледников, отступления при обломах айсбергов и понижения уровня моря при сгонах воды.

- посадка плавающих частей на донные поднятия;
- снижение скорости продвижения ;
- снижение скорости дрейфа айсбергов, отделившихся от ледников

Лунно-солнечные приливы и их характеристики

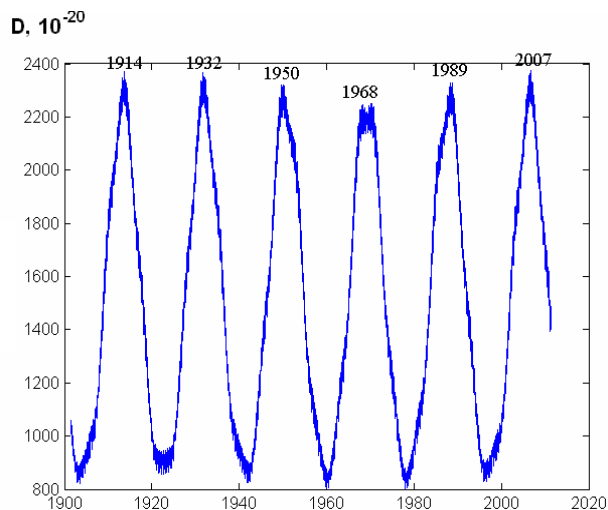
Приливные колебания угловой скорости вращения Земли (в 10^{-10})

с 1901 по 2011 [Сидоренков, 2008; Sidorenkov, 2009]



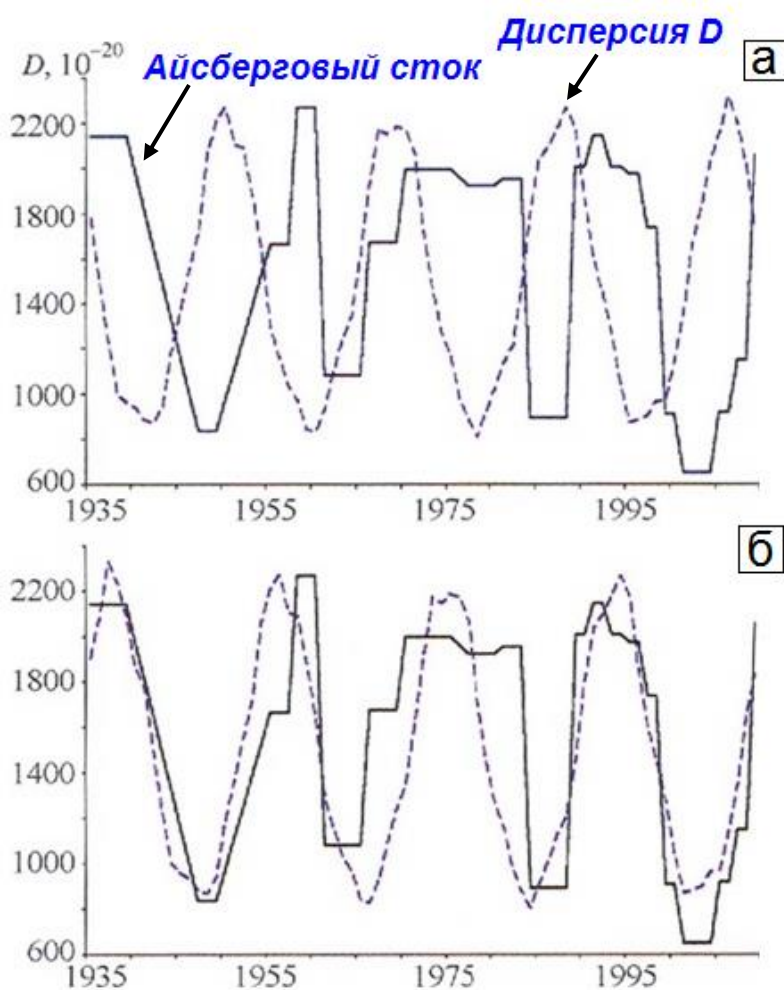
На графике **верхняя** огибающая кривая выписывает волны с периодом **18,6 г.**, а **нижняя** колеблется с периодом **4,4 г.**

Дисперсия приливных колебаний скорости вращения Земли в скользящем окне в 1900-2010 гг. [Сидоренков, 2008; Sidorenkov, 2009]



Дисперсия D - важная характеристика изменчивости лунно-солнечных приливов.

В многолетнем ходе дисперсия **D** приливных колебаний скорости вращения Земли изменяется в три раза:
от минимальной в 1903, 1923, 1942, 1960, 1978, 1997 до максимальной в 1914, 1932, 1950, 1969, 1988, 2007 гг. [Сидоренков, 2008].



Лунно-солнечные приливы и айсберговый сток Антарктиды

Установлено: регулярная вариация твердого стока ледникового покрова Антарктиды с периодом 18,6 года вызвана 18,6-летней циклическостью изменчивости лунно-солнечных приливных сил.

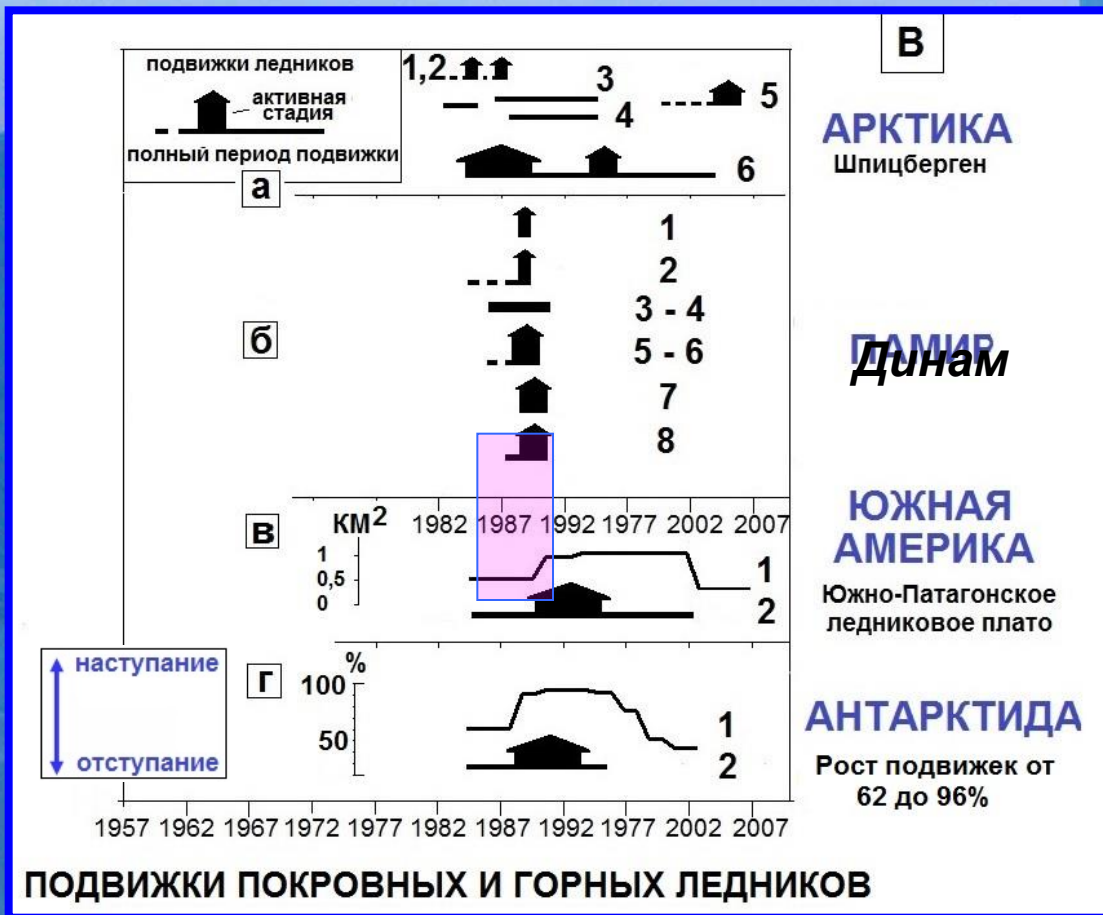
Взаимный корреляционный анализ твердого стока Антарктиды

(км³ воды/год) и дисперсии D приливных колебаний скорости вращения Земли за 1935—2009 гг. показал корреляцию, равную $0,74 \pm 0,56$ при сдвиге кривой D на 6 лет вперед.

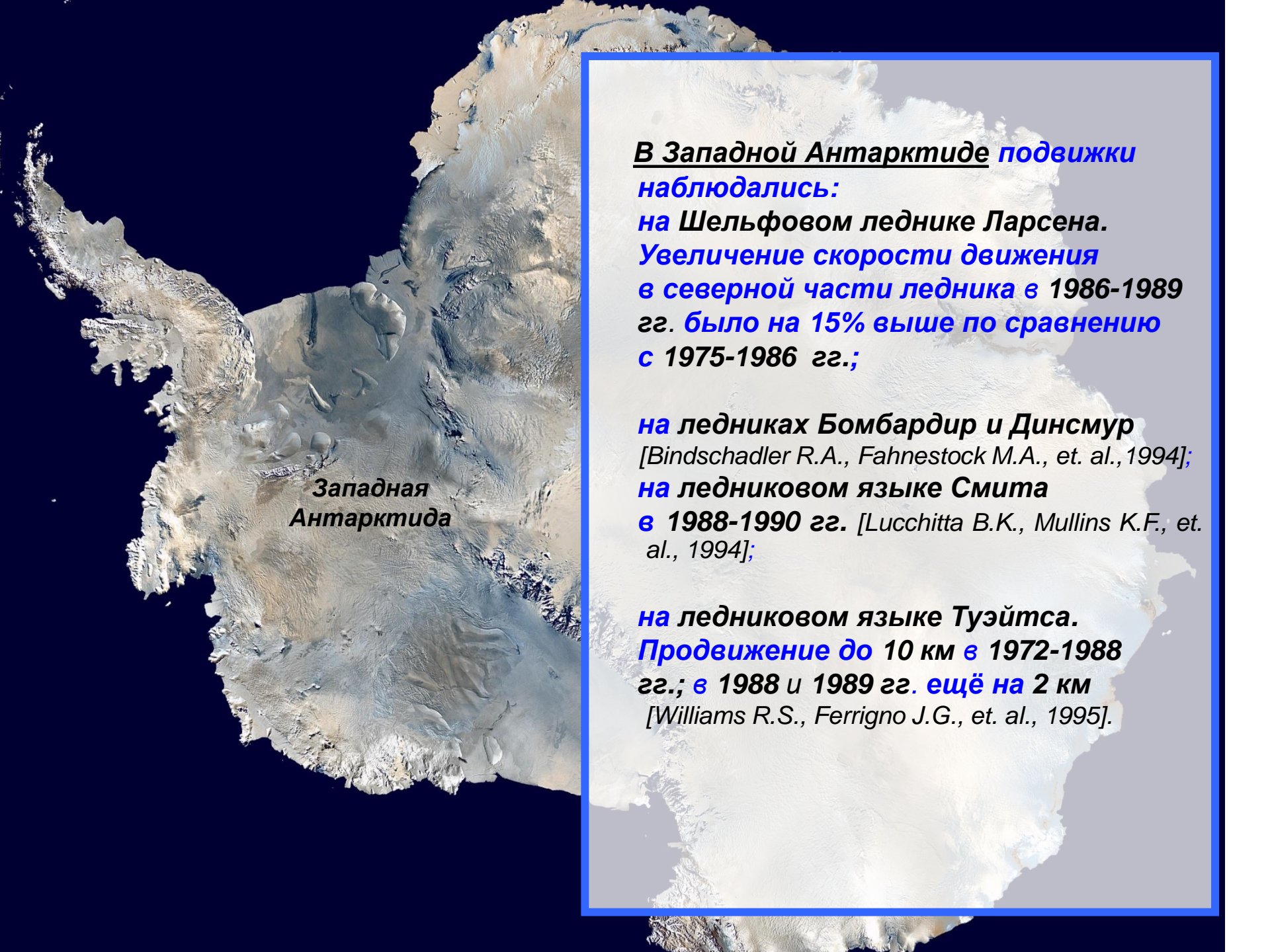
а - синхронный ход айсбергового стока Антарктиды и дисперсия D приливных колебаний скорости вращения Земли за период 1935-2009 гг.

б - асинхронный ход переменных с учётом запаздывания стока льда относительно дисперсии D на 6 лет.

Динамика ледников Антарктиды при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклоничности 1988-1989 гг.



При сёрджах шельфовых и выводных ледников Антарктиды 1988/89-1994 гг. фаза активизации продвижения проявилась в 1989-1991 гг.



Западная
Антарктида

В Западной Антарктиде подвижки наблюдались:
на Шельфовом леднике Ларсена. Увеличение скорости движения в северной части ледника в 1986-1989 гг. было на 15% выше по сравнению с 1975-1986 гг.;

на ледниках Бомбардир и Динсмур [Bindschadler R.A., Fahnestock M.A., et. al., 1994];
на ледниковом языке Смита в 1988-1990 гг. [Lucchitta B.K., Mullins K.F., et. al., 1994];

на ледниковом языке Туэйтса. Продвижение до 10 км в 1972-1988 гг.; в 1988 и 1989 гг. ещё на 2 км [Williams R.S., Ferrigno J.G., et. al., 1995].

В Восточной Антарктиде подвижки

1988-1991 гг. проявились

на крупных шельфовых ледниках:

- Западный;
- Шеклтона (участок края выводного ледника Денмен);
- Эймери;
- Пабликейшен;
- на выводном леднике Долк

[Zakharov, 1997].

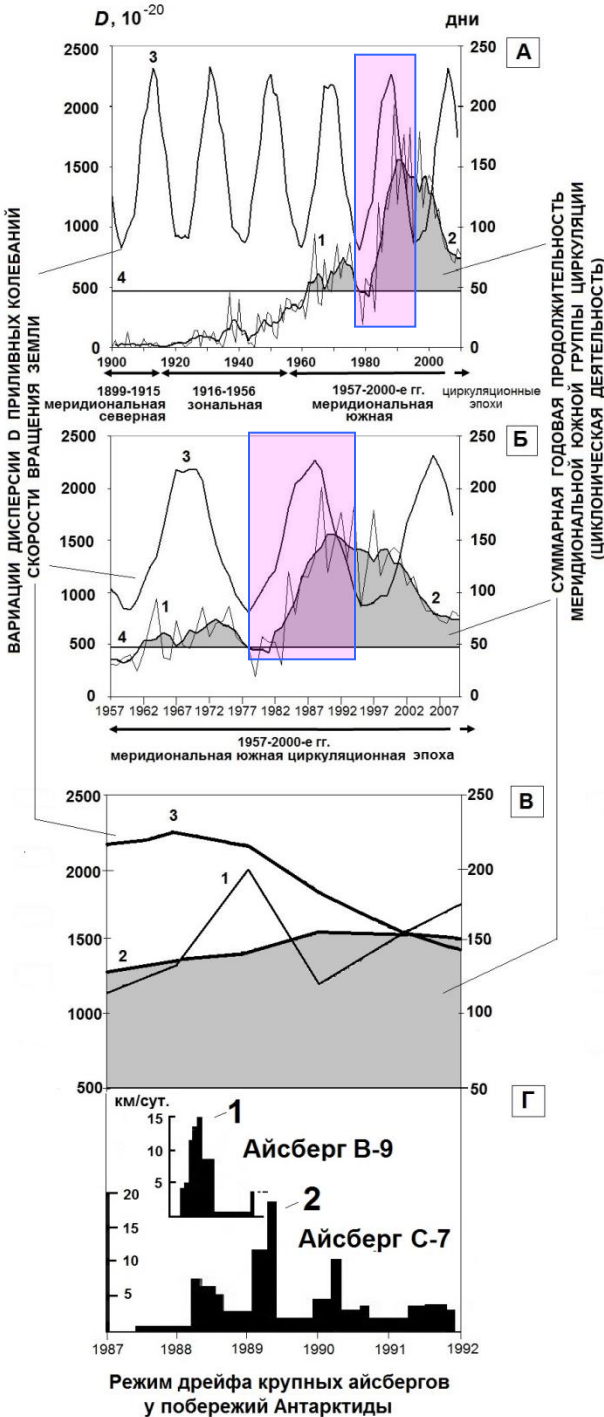
Восточная
Антарктида

Таким образом, все рассмотренные случаи быстрых подвижек (сёрджей) ледников Антарктиды происходили в течение периода резонанса лунно-солнечных приливов и волны циклоничности 1988-1991 гг. (с максимумом в 1989 г.).

**Дрейф антарктических айсбергов при
резонансе лунно-солнечных приливов и
волны циклоничности
1988-1989 гг.**



Меридиональная южная циркуляция, лунно-солнечные приливы и дрейф антарктических айсбергов С-7 и В-9



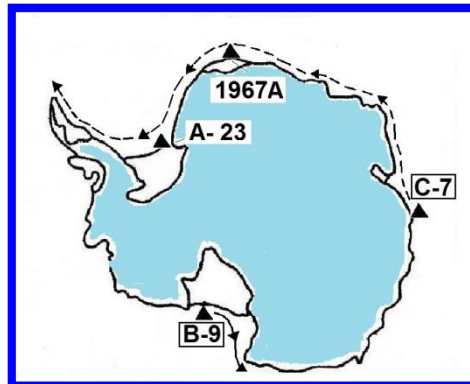
Многолетние колебания годовой продолжительности меридиональной южной циркуляции в днях:

А - за 1900-2010 гг.

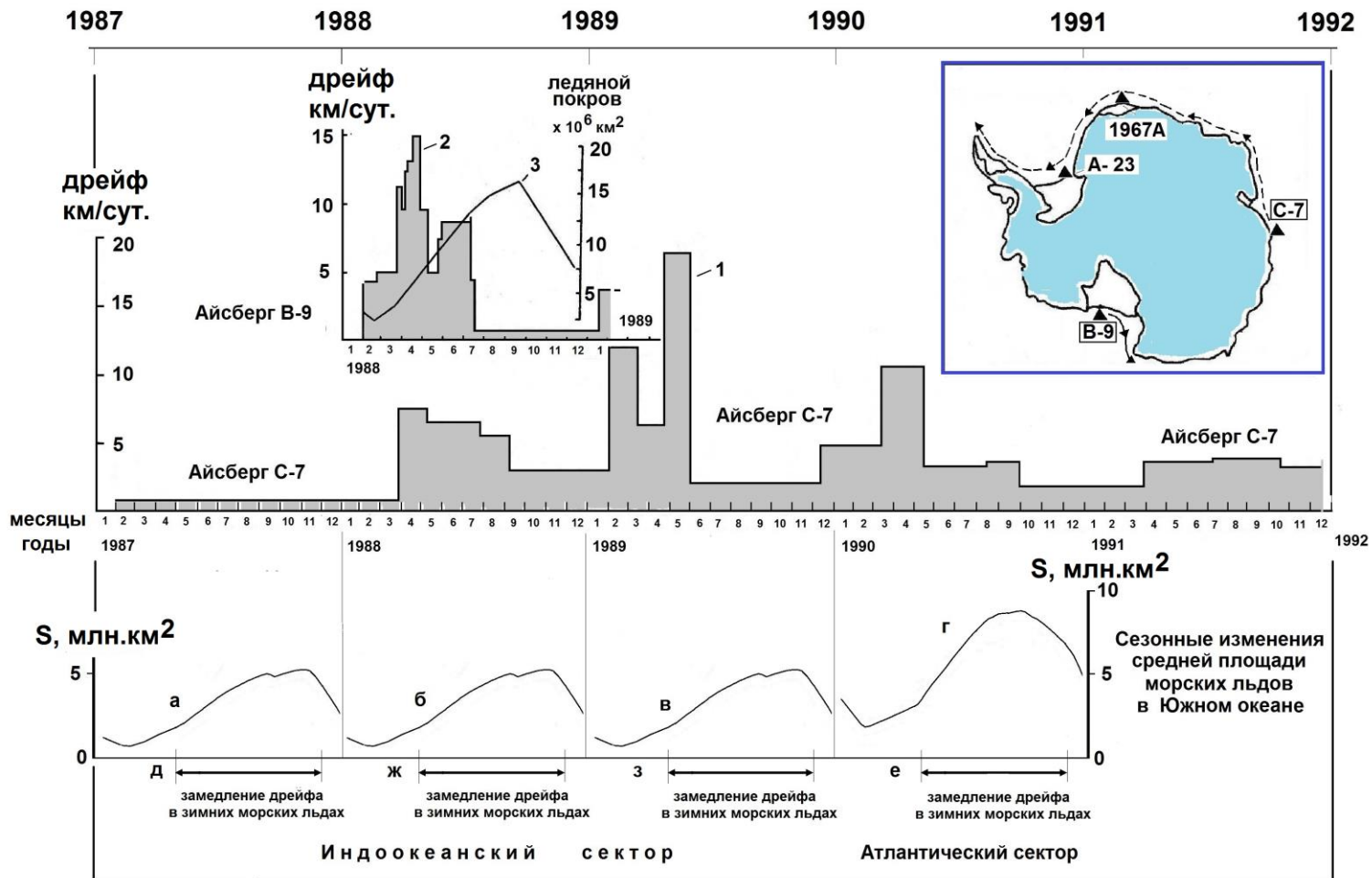
Б - за 1957-2010 гг.

В - за 1987-1992 гг.

Г – скорости дрейфа айсбергов С-7 (2) и В-9 (1)



Дрейф крупных антарктических айсбергов в 1967-1987 гг.

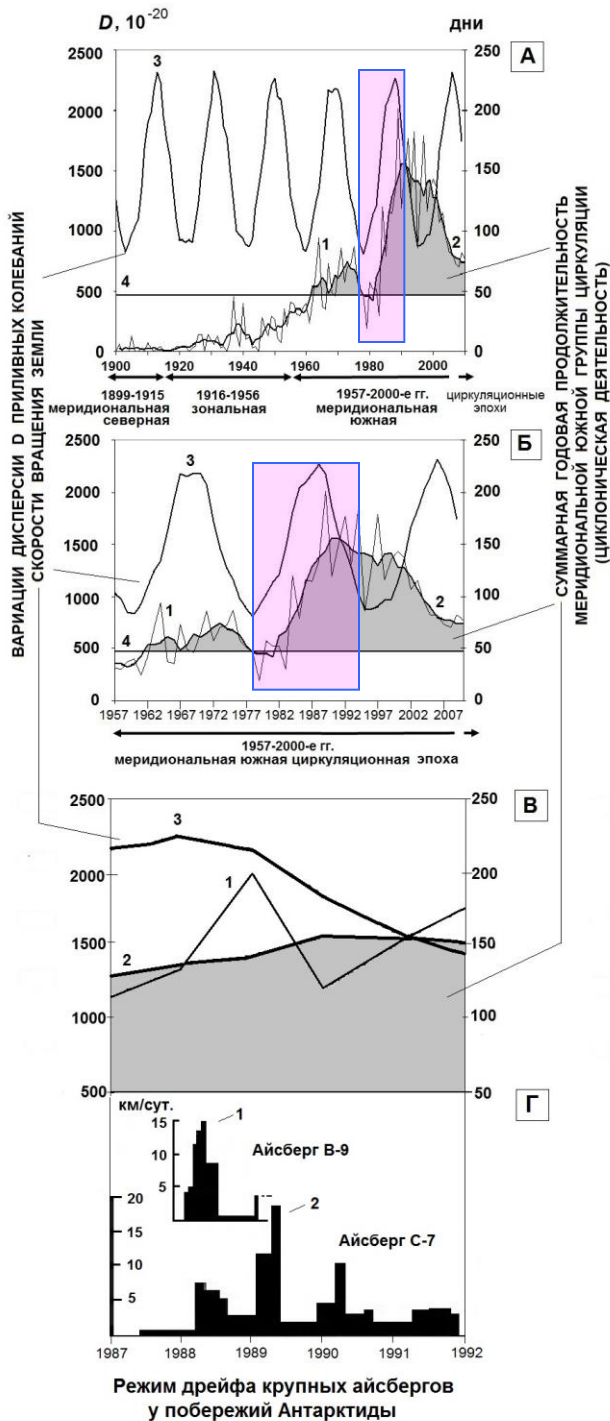


А

Б

В период **резонанса** лунно-солнечных приливов и волны циклоничности (1988-1989 гг.) в дрейфе айсбергов С-7 и В-9 проявилась синхронность их хода (1988 - начало 1989 г.).

При этом максимальная скорость дрейфа айсберга С-7 составила -19,1 км/сут. Средняя скорость айсберга С-7 за 5 лет составила 3,9 км/сут.



Интенсивность циркуляции в океане и атмосфере

При резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклоничности **1980-1989-2005 гг.** наблюдалось возрастание скорости дрейфа айсбергов: шельфового ледника Росса (В-9) в **Западной Антарктиде (1988-1989 гг.)** и шельфового ледника Западный (С-7) в **Восточной Антарктиде (1988-1991 гг.)** [Захаров, 2018].

Одновременно наблюдалось увеличение скорости дрейфа айсбергов ледяного потока Туэйтса и ледника Смита (1988-1990 гг.) в **Западной Антарктиде** [Williams R.S., Ferrigno J.G., et. al., 1995].

[Захаров, 2018].

Заключение

Данные по динамике антарктических ледников и дрейфу айсбергов В-9 и С-7 при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклоничности 1988- 1989 гг., характеризуют:

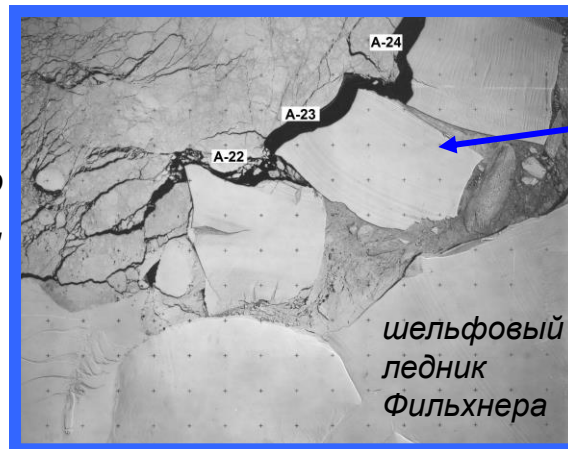
- реакцию плавающих частей антарктических ледников на изменения уровня моря при нагонах и сгонах;
- планетарный характер сёрджей антарктических ледников под влиянием вод Прибрежного антарктического течения (ПАТ).

Являются индикаторами :

- динамики водных масс и изменений уровня моря в ПАТ;
- характера циркуляции атмосферы в Южном и Северном полушариях;
- смены интенсивности циркуляции вод и колебаний уровня моря в ПАТ.

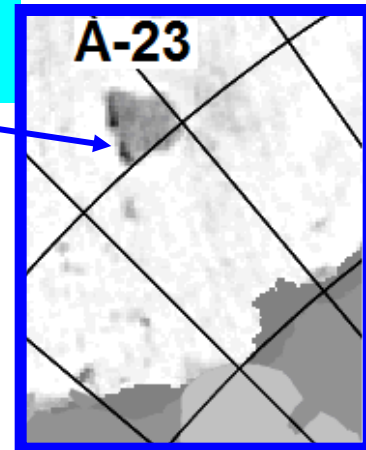
Основной признак снижения уровня моря в ПАТ : многолетние (5-30 лет и более) задержки айсбергов большой осадки на западе подводного фьорда шельфового ледника Фильхнера.

Айсберги шельфового ледника Фильхнера (А-22, А-23, А-24) в **июле 1986 г..**

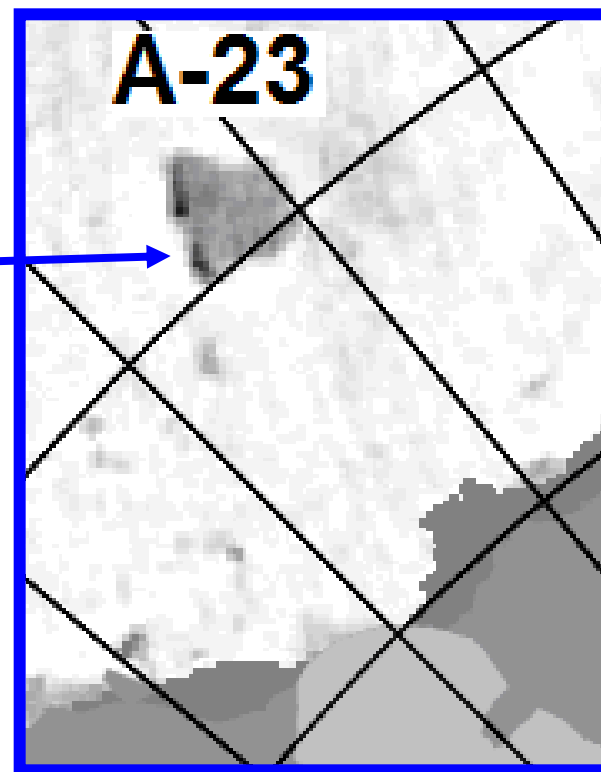
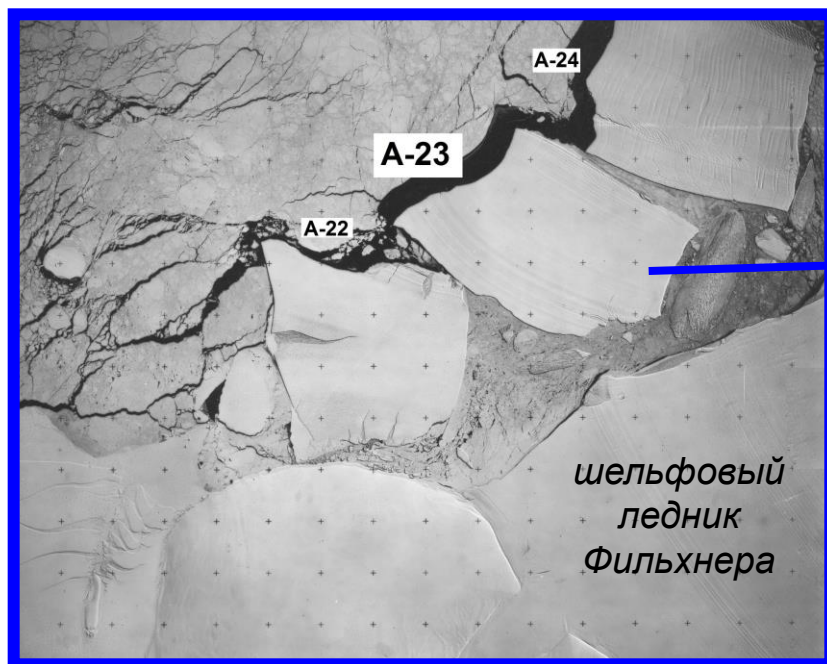


33-летняя задержка айсберга А-23

Айсберг **А-23**
15.08.2019 через
33 года (AMSR2)



33-летняя задержка айсберга А-23 на западе подводного фьорда шельфового ледника Фильхнера.



Айсберг А-23 шельфового ледника Фильхнера в **июле 1986 г.**

Айсберг А-23 через **33 года** в **августе 2019 г.**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ