

ЗАХАРОВ В.Г.

Сёрджи ледников Антарктиды и характер дрейфа крупных антарктических айсбергов при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг.

V. ZAKHAROV

Surges of glaciers of Antarctic and the drift nature of large Antarctic icebergs under the influence of the resonance of lunisolar tides and wave of cyclonic activity in 1988–1989

Сведения об авторе:

Захаров Виктор Георгиевич, ведущий научный сотрудник Геологического института РАН (ГИН РАН) (Москва)
zakharov_vg@mail.ru

About the author:

Victor Georgievich Zakharov, leading researcher of the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences (GIN RAS) (Moscow)
zakharov_vg@mail.ru

Аннотация

Данные о повсеместных сёрджах ледников Антарктиды и режиме дрейфа айсбергов в период резонанса лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг. характеризуют тенденции в колебаниях уровня моря и планетарную природу явлений, происходящих в это время в прибрежных антарктических водах.

Abstract

This article involves the data on the general surges of Antarctic glaciers and regime of icebergs drift during the resonance of lunisolar tides and cyclonic wave of 1988–1989. The author characterizes the tendencies in sea level fluctuations and planetary nature of the phenomena which occurred at that period in coastal Antarctic waters.

Ключевые слова:

сёрдж ледника, дрейф айсбергов, лунно-солнечные приливы, Прибрежное антарктическое течение, элементарные циркуляционные механизмы.

Keywords:

glacier surge, icebergs drift, lunisolar tides, Coastal Antarctic Current, elementary circulation mechanisms.

Исследованиями эволюции полярных ледников (Шпицберген, Гренландия, Исландия, Северная Земля, Антарктида)¹ и горных (Памир, Кавказ, Алтай, Аляска, Пакистан, Индия, Центральные Анды, Южная Патагония, Новая Зеландия) 1890–2012 гг.² выявлено следующее.

Пик волны меридиональной южной циркуляции 1989 г. (доминирование до 200 дней в году элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) типов 13 л, з с циклоническим вихрем над полюсом)³ (рис. 1) практически совпал с максимумом лунно-солнечных приливов в 1988 г. (рис. 2 А, Б)⁴.

¹ Захаров В.Г. Колебания ледников Антарктиды. М., 1994. 128 с.; Его же. Особенности колебаний ледников Приатлантической Арктики (конец XIX – начало XXI вв.) // Сложные системы. 2014. № 4(13). С. 33–45; Захаров В.Г., Сидоренков Н.С. Влияние лунно-солнечных приливов на айсберговый сток Антарктиды // Метеорология и гидрология. 2013. № 2. С. 49–55.

² Захаров В.Г. Планетарный характер сёрджей ледников (от Арктики до Антарктиды) при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг. // Космос и Биосфера. Алушта, 2017. С. 84–89; Осипова Г.Б., Цветков Д.Г. Что даёт мониторинг пульсирующих ледников? // Природа. 2003. № 4. С. 3–13; Самойлова С.Ю., Шевченко А.А., Шереметов Р.Т., Коломейцев А.А. Колебания ледников Томич и Водопадный (Алтай) во второй половине XX – начале XXI в. // Лёд и Снег. 2015. Т. 55. № 3. С. 47–54; Glaciers of South America // Satellite Image Atlas of Glaciers of the World. U.S. Geological Survey. Professional Paper 1386 – I. Washington, 1998. P. 206; Bruce F. Molnia. Glaciers of North America – Glaciers of Alaska // Ibid. Professional Paper 1386-K. Washington, 2008. P. 525; ShiYafeng, MeDesheng, Yao Tandong, Zeng Quanzhu, Liu Chaohai. Glaciers of Asia – Glaciers of China // Ibid. Professional Paper 1386-F. Washington, 2008. P. 127–165; Trevor J.N. Chin Glaciers of New Zeland // Ibid. Professional Paper 1386-H-2. Washington, 1989. P. 25–48; Warren C.R., Greene D.R., Glasser N.F. Glaciar. Glaciar Upsala, Patagonia: rapid calving retreat in fresh water // Annals of Glaciology. 1995. V. 21. P. 311–316.

³ Захаров В.Г. Синхронность фаз активизации подвижек полярных и континентальных ледников при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг. // Комплексные исследования природы Шпицбергена и прилегающего шельфа. 2016. Вып. 13. С. 149–153.

⁴ Захаров В.Г. Особенности колебаний ледников Приатлантической Арктики ... 2014.

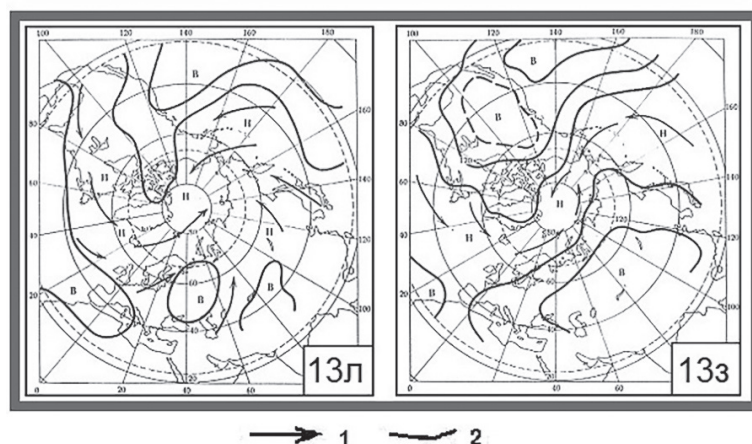


Рис. 1. Динамические схемы элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) типов 13л, з: 1 – генеральные траектории циклонов; 2 – демаркационные линии, разделяющие поля циклонической (H) и антициклонической (B) деятельности¹

Наложение двух рассматриваемых процессов способствовало резкому усилению (резонансу) циклонической деятельности в планетарном масштабе. При этом в 1980–1989–2005 гг. осуществлялся наиболее интенсивный (выше среднего для XX столетия) привнос снежных осадков к ледникам, что вызвало их быстрое наращивание и повсеместные сёрджи от Арктики до Антарктиды (рис. 2 А, Б, В)².

Исследования взаимосвязей колебаний Антарктиды и лунно-солнечных приливов

Впервые влияние лунно-солнечных приливов на периодические подвижки (сёрджи) антарктических ледников и, соответственно, на айсберговый сток Антарктиды было выявлено в 2009–2010 гг.³

Результаты этих исследований опирались: 1) на установленные в 1980 г. (по картам 1950–1960-х гг. и космическим фотоснимкам 1970-х гг.) подвижки крупных шельфовых ледников Антарктиды в море Уэдделла; 2) на подтверждения (в 1982, 1983, 1988 и 1994 гг.) повсеместных подвижек антарктических ледников практически во всех

¹ Захаров В.Г. Синхронность фаз активизации подвижек полярных и континентальных ледников ... 2016.

² Захаров В.Г. Планетарный характер сёрджей ледников ... 2017.

³ Захаров В.Г., Сидоренков Н.С. Влияние лунно-солнечных приливов на айсберговый сток Антарктиды ... 2013. С. 49–55.

морях краевой части антарктического ледникового покрова¹. В целом к 1988, 2001, 2013 гг. для последних 90–120 лет были исследованы колебания 88 шельфовых и выводных ледников Антарктиды, которые были подтверждены колебаниями опорных ледников (рис. 3)².

В 1990 г. были выявлены взаимосвязи гляциоклиматических характеристик антарктических ледников с циркуляцией атмосферы Северного и Южного полушарий³. В результате к 1994 – началу 2000-х гг. было установлено: с конца XIX в. до начала XXI в. подвижки (сёрджи) шельфовых и выводных ледников Антарктиды носили периодический характер и всегда происходили после грандиозных обломов айсбергов⁴. Согласно этим данным, рассматриваемому нами периоду резонанса лунно-солнечных приливов и волны циклоничности 1988–1989 гг., а также сёрджам антарктических ледников 1989–1994 гг. предшествовали самые значительные обломы антарктических айсбергов 1984–1988/89 гг. (районы 33 крупных шельфовых и выводных ледников) (рис. 4).

При подвижках шельфовых и выводных ледников Антарктиды 1988/89–1994 гг., с возрастанием длины фронтов наступающих ледников от 62 до 96 %, фаза активизации проявилась в 1989–1991 гг. (см. рис. 2 В, Г).

Лунно-солнечные приливы и айсберговый сток Антарктиды

Было установлено, что регулярная вариация твёрдого стока ледникового покрова Антарктиды с периодом 18,6 года вызвана такой же цикличностью изменчивости лунно-солнечных приливных сил⁵. Взаимный корреляционный анализ твёрдого 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 шесть лет вперёд (рис. 5).

¹ Захаров В.Г. Колебания ледников Антарктиды. М., 1994. С. 15–18.

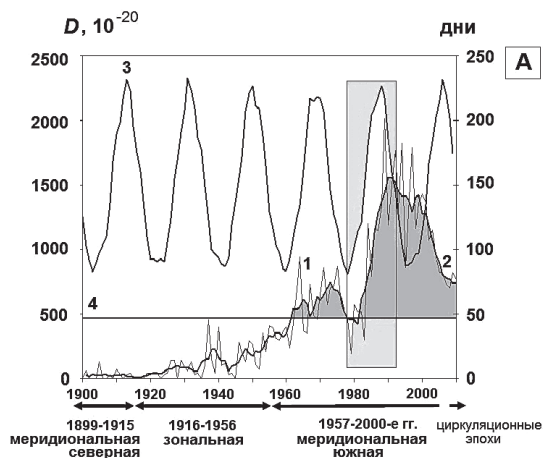
² Захаров В.Г. Оценка общих тенденций колебаний шельфовых и выводных ледников Антарктиды за последние 100 лет. // Материалы гляциологических исследований. 2001. Вып. 90. С. 80–85; Захаров В.Г., Сидоренков Н.С. Влияние лунно-солнечных приливов на айсберговый сток Антарктиды ... 2013. С. 51–54.

³ Захаров В.Г., Хмелевская Л.В. Гляциоклиматические характеристики антарктических ледников – отражение общепланетарных атмосферных процессов // Материалы гляциологических исследований. 1990. Вып. 70. С. 23–29.

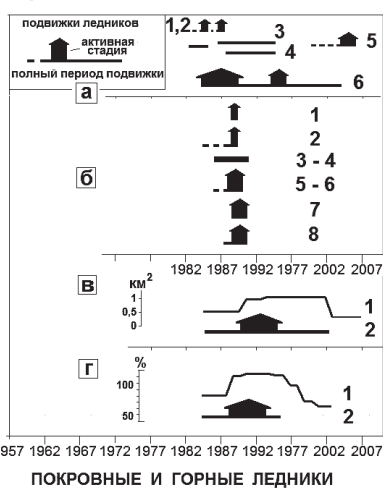
⁴ Zakharov V.G. Interaction of Antarctic ice sheet marginal parts with ocean and atmosphere // Материалы гляциологических исследований. 1997. Вып. 83. С. 159–163.

⁵ Захаров В.Г., Сидоренков Н.С. Влияние лунно-солнечных приливов на айсберговый сток Антарктиды ... 2013. С. 52–55.

ВАРИАЦИИ ДИСПЕРСИИ D ПРИЛИВНЫХ КОЛЕБАНИЙ
СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ



СУММАРНАЯ ГОДОВАЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ
МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ЮЖНОЙ ГРУППЫ ЦИРКУЛЯЦИИ
(ЦИКЛОНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ)



АРКТИКА
Шпицберген

ПАМИР

ЮЖНАЯ АМЕРИКА
Южно-Патагонское
ледниковое плато

АНТАРКТИДА

Рис. 2. Изменения продолжительности действия меридиональной южной циркуляции, вариации лунно-солнечных приливов и сёрджи покровных и горных ледников

А. 1 – многолетние колебания суммарной годовой продолжительности меридиональной южной группы циркуляции в днях за 1900–2010 гг.¹; 2–5-летние скользящие средние продолжительности меридиональной южной группы циркуляции; 3 – вариации дисперсии D приливных колебаний скорости вращения Земли (в 10–20) с 1891 по 2009 гг.²; 4 – средняя продолжительность действия группы. Границы циркуляционных эпох Северного полушария приведены в соответствии с типизацией Б.Л. Дзердзеевского³.

Б. 1 – многолетние колебания суммарной годовой продолжительности меридиональной южной группы циркуляции в днях за 1957–2010 г.⁴; 2–5-летние скользящие средние продолжительности меридиональной южной группы циркуляции; 3 – вариации дисперсии D приливных колебаний скорости вращения Земли (в 10–20) с 1957–2009 гг.⁵; 4 – средняя продолжительность действия группы⁶.

В. а – Арктика. Приливные ледники Шпицбергена: 1 – Аребрин; 2 – Осборнебрин; 3 – Консвеген; 4 – Фриггоф; 5 – система ледников Паула, Скобрин; 6 – система ледников Паула, Баканинбрин⁷.

б – Памир. Горные ледники: 1 – Медвежий; 2 – Октябрьский; 3–4 – система ледников Бивачный, МГУ; 5–6 – система ледников Гандо, Дорофеева; 7 – Шини-Бини; 8 – Петра Первого⁸.

в – Южная Америка. Южно-Патагонское ледниковое плато. Приливной ледник Упсала: 1 – изменения площади ледника в км² (расчётные данные); 2 – характер динамики ледника⁹.

г – Антарктида. Шельфовые и выводные ледники. 1 – протяжённость фронта наступающих ледников в % (рост с 62 до 96 %) ¹⁰; 2 – особенности подвижек края шельфовых и выводных ледников.

Г. Покровные и горные ледники других рассмотренных центров оледенения

¹ Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. М., 2009. С. 103–105.

² Сидоренков Н.С. Лунно-солнечные приливы и атмосферные процессы // Природа. № 2 (1110). 2008. С. 28–30.

³ Кононова Н.К. Типы глобальной циркуляции атмосферы: результаты мониторинга и ретроспективной оценки за 1899–2018 гг. // Фундаментальная и прикладная климатология. № 3. 2018. С. 108–123.

⁴ Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов ... 2009.

⁵ Сидоренков Н.С. Указ. соч. С. 28–30.

⁶ Кононова Н.К. Типы глобальной циркуляции атмосферы ... 2018.

⁷ Захаров В.Г. Влияние резонанса лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг. на синхронизацию сёрджей арктических, антарктических и континентальных ледников // Тектоника современных и древних океанов и окраин: материалы XLIX-го Тектонического совещания. М., 2017. Т. 1. С. 134–139; Захаров В.Г., Сидоренков Н.С. Влияние лунно-солнечных приливов на айсберговый сток Антарктиды ... 2013. С. 49–55.

⁸ Коновалов В.Г., Рудаков В.А. Возможности использования данных дистанционного зондирования Земли для мониторинга ледников и гляциологических расчётов // Лёд и Снег. 2015. № 1 (129). С. 15–27; Осипова Г.Б., Цветков Д.Г. Осипова Г.Б., Цветков Д.Г. Что даёт мониторинг пульсирующих ледников ... 2003. С. 3–13.

⁹ Glaciers of South America ... 1998.; Warren C.R., Greene D.R., Glasser N.F. Glaciar Upsala, Patagonia ... 1995.

¹⁰ Захаров В.Г. Колебания ледников Антарктиды. М., 1994. С. 103–105; Захаров В.Г. Планетарный характер сёрджей ледников ... 2017. С. 86; Захаров В.Г., Сидоренков Н.С. Влияние лунно-солнечных приливов на айсберговый сток Антарктиды ... 2013. С. 49–55.

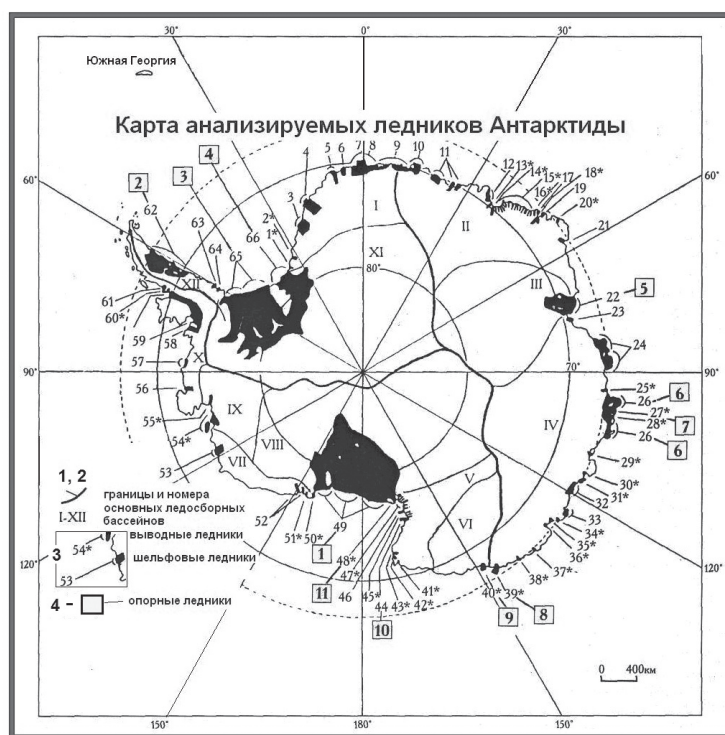


Рис. 3. Рассмотренные ледники Антарктиды.

1, 2 – соответственно границы и номера основных ледосборных бассейнов,
3 – выводные и шельфовые ледники, 4 – номера опорных ледников.
I: 1 – Лерхенфельда, 2 – Уэддона, 3 – Бранта (участок), 4 – Рисер-Ларсена (участок),
5 – Экстремисен (участок), 6 – Ельбартисен (участок), 7 – Беллинсгаузена,
8 – Фимбулисен, 9 – шельфовый пояс;
II: 10 – Лазарева, 11 – шельфовый пояс (3 участка), 12 – шельфовый ледник,
13 – Флетта, 14 – Ширазе, 15 – 15 выводных ледников побережья Земли Эндерби,
16 – Хейса, 17 – Ханнана, 18 – Рейнера, Тайера, 19 – Зубчатый, 20 – бухта Фиделя
Кастро, 21 – Эдуарда VIII; III: 22 – Эймери; IV: 23 – Пабликешен, 24 – Западный,
25 – Хелен, 26 – Шеклтона, 27 – Денмена, 28 – Скотта, 29 – Адамса, 30 – Вильямсона,
31 – Тоттена, 32 – Московского университета, 33 – Воейкова, 34 – Холмса, 35 – Де-
Хавена, 36 – Фроста, 37 – Пуркуа-Па, 38 – Астролаб, 39 – Мерца; V: 41 – Меррея-
Дугдейля, 42 – Айронсайда, 43 – Хонейкомб, 44 – Дригальского, 45 – 3 выводных
ледника Берега Скотта, 46 – Норденшельда, 47 – 6 выводных ледников Берега Скотта;
VI: 40 – Нинниса; VII: 51 – Долтона-Батлера, 52 – Салзбергера (2 участка), 53 – Геца
(участок); VIII: 48 – Эребус, 49 – Росса (3 участка), 50 – Уитроу; IX: 54 – Туэйтса,
55 – Пайн-Айленд; X: 56 – Аббота (участок), 57 – Венабла, 58 – Станге, 59 – Георга VI,
60 – Юрика, 61 – Уорджи; XI: 65 – Ронне (2 участка), 66 – Фильхнера; XII: 62 – Ларсена
(участок), 63 – Нью-Бедфорд, 64 – Райт¹

¹ Захаров В.Г. Колебания ледников Антарктиды. М., 1994. С. 17; Его же. Оценка общих тенденций колебаний шельфовых и выводных ледников Антарктиды ... 2001. С. 81.

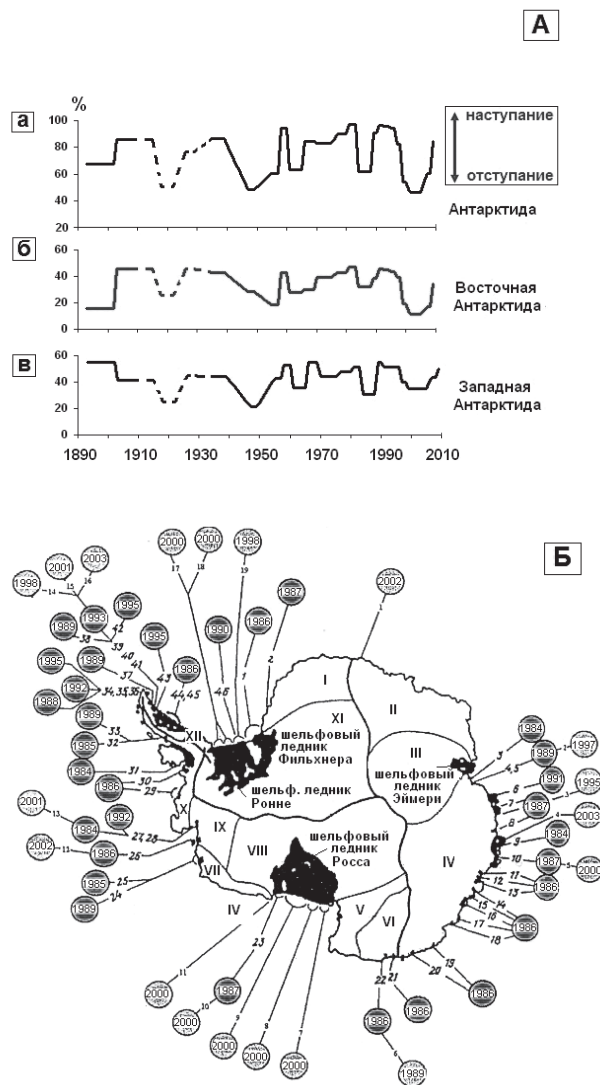


Рис. 4. Колебания шельфовых и выводных ледников Антарктиды с конца XIX в. до 2009 гг. и обломы наиболее крупных айсбергов в 1985–2003 гг. **А.** а – общий ход колебаний антарктических ледников с 1893 по 2009 гг.; б – колебания ледников Восточной Антарктиды; в – колебания ледников Западной Антарктиды (показана протяжённость фронта наступающих ледников в %). **Б.** Обломы наиболее крупных айсбергов Антарктиды в 1985–1995 и 1997–2003 гг.¹

¹ Клиге Р.К., Захаров В.Г. Изменения снежно-ледового режима Антарктиды // Современные глобальные изменения природной среды. М., 2006. С. 577–605.

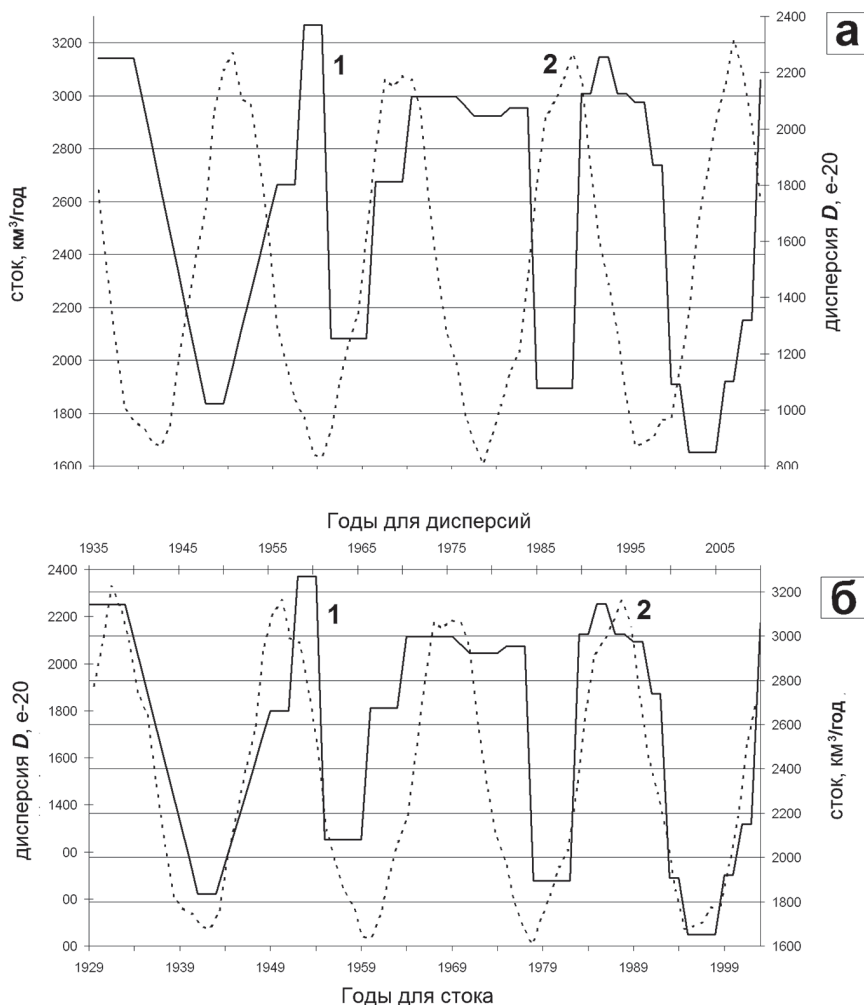


Рис. 5. Вариации айсбергового стока Антарктиды и дисперсии D приливных колебаний скорости вращения Земли за период 1935–2009 гг.

а – синхронный ход суммарного айсбергового стока льда с покрова Антарктиды (км³ воды в год) (сплошная) и дисперсии D приливных колебаний скорости вращения Земли (пунктир) за период 1935–2009¹; **б** – асинхронный ход тех же переменных с учётом запаздывания стока льда относительно дисперсии D на шесть лет. Шкала времени для дисперсии D смещена вправо на шесть лет. 1 – айсберговый сток Антарктиды, 2 – дисперсия D приливных колебаний скорости вращения Земли

¹ Захаров В.Г., Сидоренков Н.С. Влияние лунно-солнечных приливов на айсберговый сток Антарктиды ... 2013. С. 54.

Динамика ледников и дрейф айсбергов Антарктиды при резонансе приливных колебаний скорости вращения Земли и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг.

В Западной Антарктиде подвижки наблюдались на ледниковом языке Смита в 1988–1990 гг.¹ Край ледникового языка Туэйтса продвинулся почти на 10 км в 1972–1988 гг.; между 1988 и 1989 гг. он продвинулся ещё на 2 км².

Увеличение скорости движения в 1986–1989 гг. было отмечено в северной части шельфового ледника Ларсена. Ускорение движения оказалось на 15 % выше по сравнению с 1975–1986 гг. Ледники Бомбардир и Динсмур также наступали интенсивно, но несколько медленнее³.

В Восточной Антарктиде подвижки морского края проявились в 1988–1991 гг. на крупных шельфовых ледниках Западный, Шеклтона (участок края выводного ледника Денмен), Эймери, Пабליкейшен и на выводном леднике Долк⁴.

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.).

Режим дрейфа крупных антарктических айсбергов

Интенсивность циркуляции в океане и атмосфере при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклоничности 1988–1991 гг. (с максимумом в 1989 г.) отразилась и на возрастании скорости дрейфа айсбергов шельфового ледника Росса (В-9) в Западной Антарктиде (1988–1989) и шельфового ледника Западный (С-7) в Восточной Антарктиде (1988–1991)⁵. Одновременно наблюдалось увеличение скорости дрейфа айсбергов ледяного потока Туэйтса и ледника Смита в 1988–1990 гг. в Западной Антарктиде⁶ (рис. 6).

¹ Lucchitta B.K., Mullins K.F., Smith C.E., Ferrigno J.G. Velocities of the Smith Glacier ice tongue and Dotson Ice Shelf, Walgreen, Marie Byrd, West Antarctica // *Annals of Glaciology*. 1994. Vol. 20. P. 101–109.

² Williams R.S., Ferrigno J.G., Swithinbank C., Lucchitta B.K., Seekins B.A. Coastal-change and glaciological maps of Antarctica // *Annals of Glaciology*. 1995. Vol. 21. P. 284–290.

³ Bindshadler R.A., Fahnestock M.A., Skvarca P., Scambos T.A. Surface-velocity field of the northern Larsen Ice Shelf, Antarctica // *Annals of Glaciology*. 1994. Vol. 20. P. 319–326.

⁴ Zakharov V.G. Interaction of Antarctic ice sheet marginal parts with ocean and atmosphere ... 1997. С. 159–163.

⁵ Захаров В.Г. Режим дрейфа крупных антарктических айсбергов при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг. // Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии. М., 2018. Т. 1. С. 194–201.

⁶ Williams R.S., Ferrigno J.G., Swithinbank C., Lucchitta B.K., Seekins B.A. Coastal-change and glaciological maps of Antarctica ... 1995. P. 284–290.

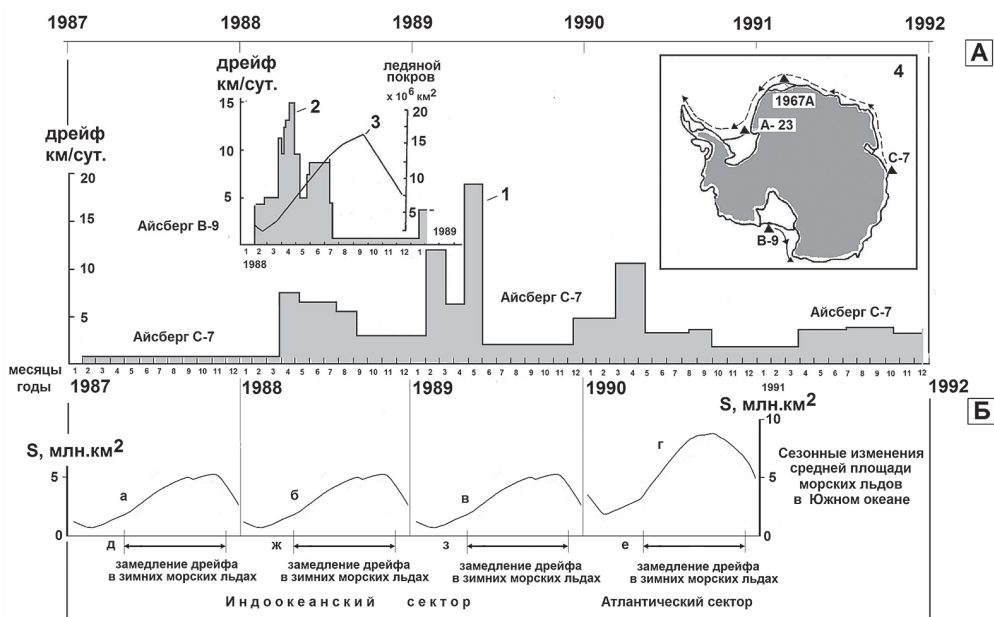


Рис. 6. Средние скорости дрейфа крупных антарктических айсбергов и сезонные изменения площади морских льдов в Южном океане.

А. 1 – режим дрейфа айсберга С-7 шельфового ледника Западный в 1987–1992 гг. (Индокоеанский и Атлантический сектора Антарктики); 2 – режим дрейфа айсберга В-9 шельфового ледника Росса в 1988 – начале 1989 гг. (Тихоокеанский сектор Антарктики); 3 – изменение реальной площади морского льда в Южном океане¹; 4 – районы образования айсбергов.

Б. Изменения средней площади морских льдов в Индокоеанском (а, б, в) и Атлантическом (г) секторах Антарктики²; д, ж, з, е – периоды остановки, или замедления дрейфа айсбергов в связи с льдообразованием и становлением припая³

¹ Глазовский А.Ф., Захаров В.Г. Место образования и полный дрейф айсберга С-7 у побережья Антарктиды // Материалы гляциологических исследований. М., 1996. Вып. 80. С. 84–86.

² Захаров В.Ф. Морские льды // Атлас снежно-ледовых ресурсов мира. М., 1997. Т. 2. Кн. 2. С. 68–31.

³ Буйницкий В.Х. Морские льды и айсберги Антарктики Л., 1973. 256 с.

В Прибрежном антарктическом течении (ПАТ) айсберги могут дрейфовать в течение десятков лет, подолгу задерживаясь на отмелях. Один из трёх крупных айсбергов (А-22, 23, 24), отделившихся от шельфового ледника Фильхнера в июле 1986 г.¹, уже 33 года находится перед ледниковым барьером. Осадка айсберга А-23 более 450 м (размеры 99,4 × 56,2 км), не позволяет ему пересечь западный борт подводного фьорда ледника Фильхнера и дрейфовать к Антарктическому полуострову (рис. 7). Полный дрейф айсберга 1967А, отделившегося от шельфового ледника Беллинсгаузена в 1966/67 г., составил 8,9 лет с задержкой в 5,1 года также у западного борта подводного фьорда ледника Фильхнера².

Из числа крупных айсбергов, обломившихся от края Антарктиды в 1984–1988/89 гг. и длительное время дрейфующих в пределах ПАТ, были отобраны айсберги шельфовых ледников разных секторов Антарктиды: В-9 (Тихоокеанский сектор) и С-7 (Индоокеанский сектор).

Айсберг В-9 (155 × 39 км) отделился от шельфового ледника Росса 1 января 1987 г. (данные по дрейфу только до февраля 1989 г.). Однако 2 февраля 2010 г. айсберг В-9 ещё находился в районе ледяного потока Мерца (Берег Георга V). Дрейф айсберга С-7 (22 × 36 × 36 км) шельфового ледника Западный начался в январе/феврале 1987 г. К 10 января 1992 г. айсберг С-7 был уже значительно севернее Антарктического полуострова³.

При анализе режима дрейфа указанных айсбергов всегда прослеживалась синхронность их хода. Она отчётливо проявилась в 1988 г. и в начале 1989 г. при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг.⁴

Установлено: до 1 января 1992 г. айсберг С-7 прошёл 7172 км за 1818 дней, т. е. за пять лет. Средняя скорость дрейфа составила 3,9 км/сут. Медленнее всего (в среднем по 0,8 км/сут) айсберг двигался вначале – с 17 января 1987 до 19 марта 1988 г. Малые скорости были обусловлены остановкой айсберга в зимнем припае у шельфового ледника Эймери (май – ноябрь 1987 г.) Максимальная скорость дрейфа айсберга 19,1 км/сут. наблюдалась в период резонанса лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг. При этом резкое

¹ Захаров В.Г. Колебания ледников Антарктиды. М., 1994. С. 86–102.

² Там же. С. 39–42; Захаров В.Г. Режим дрейфа крупных антарктических айсбергов при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг. // Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии. М., 2018. Т. 1. С. 194–201.

³ Захаров В.Г. Режим дрейфа крупных антарктических айсбергов при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг. // Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии. М., 2018. Т. 1. С. 194–201.

⁴ Там же. С. 197.

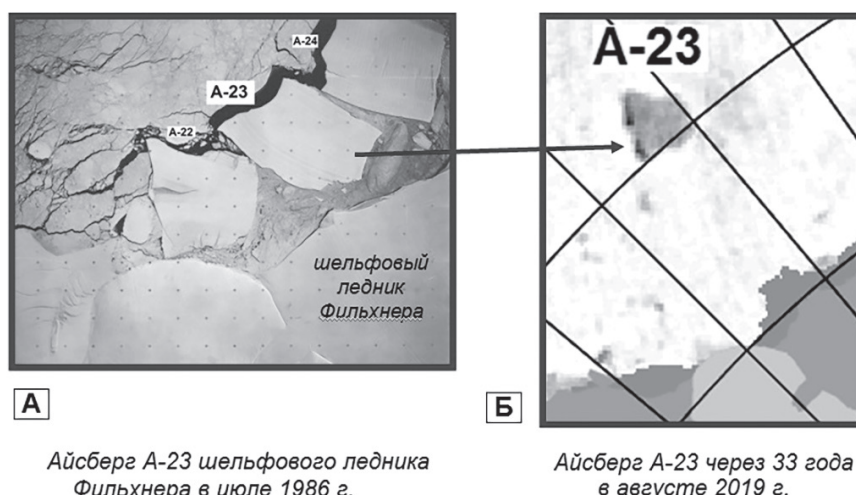


Рис. 7. 33-летняя задержка айсберга А-23 на западе подводного фьорда шельфового ледника Фильхнера.

А – айсберг А-23 шельфового ледника Фильхнера в июле 1986 г. (космический фотоснимок со спутника серии «Космос»); **Б** – айсберг А-23 через 33 года в августе 2019 г.

возрастание скорости дрейфа отмечалось с 13 апреля 1989 до становления припая 25 мая 1989 г.¹

По снимкам РЛС БО «Космос-1500» для 1988 г. и начала 1989 г. был прослежен одновременный ход изменений скорости дрейфа айсбергов, находившихся в разных частях Антарктики. Расчёты показали: скорости дрейфа айсберга В-9, несмотря на его значительные размеры (155 × 35 км), в начале 1988 г. были выше, чем айсберга С-7 (далее данные по дрейфу айсберга В-9 отсутствуют). Для обоих айсбергов характерно заметное синхронное увеличение скоростей дрейфа (особенно у С-7) с января/февраля 1988 с падением к середине июля (у В-9) и в конце августа (у С-7) 1988 г., т.е. к началу ледостава².

В целом особенности динамики края антарктических ледников за исследуемый период можно охарактеризовать следующим образом.

Периоды подвижек ледников всегда тесно связаны с повышением уровня моря у края морских ледников при действии циклонов и нагонах воды. Реакция плавающих частей ледников в этих условиях выражается в отрыве их от донных поднятий и увеличении скорости продвижения в сторону моря (возрастание айсбергового стока). При этом

¹ Захаров В.Г. Режим дрейфа крупных антарктических айсбергов ... 2018. С. 198–199.

² Там же. С. 199–201.

скорость дрейфа айсбергов, отделившихся от ледников, также увеличивается.

Периоды замедления продвижения края ледников к северу и отступления в результате облома айсбергов наблюдаются при понижениях уровня моря, сгонах воды, посадках плавающих частей на донные поднятия¹. Скорость дрейфа отделившихся айсбергов в это время также снижается.

Заключение

Данные по динамике антарктических ледников и дрейфу айсбергов В-9 и С-7 при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 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).

Эти данные 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 снижений уровня моря в ПАТ: многолетние (5–30 лет и более) задержки айсбергов большой осадки на западе подводного фьорда шельфового ледника Фильхнера (море Уэдделла) (см. рис. 7).

¹ Захаров В.Г., Сидоренков Н.С. Указ. соч. С. 52–53.