



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ТЕКТОНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ
ПРИ ОТДЕЛЕНИИ НАУК О ЗЕМЛЕ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ

**МАТЕРИАЛЫ
СОВЕЩАНИЯ**

Том I

**МОСКВА
2018**

ПРОБЛЕМЫ ТЕКТОНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ ЗЕМНОЙ КОРЫ И МАНТИИ



Материалы 50 (L) тектонического совещания. Том I. 2018

правлению в нефтяной геологии (материалы Кудрявцевских чтений 1988 года). Л.: ВНИГРИ, 1989. С.116–128.

7. *Нежданов А.А., Пономарев В.А., Туренков Н.А., Горбунов С.А.* Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. 218 с.

8. *Нежданов А.А., Огибенин В.В., Давыдов А.В.* Ретроспективный анализ эффективности геологоразведочных работ на нефть и газ в Западной Сибири // Газовая промышленность. 2014. Спецвыпуск "Рынок природного газа в России: проблемы и перспективы". С. 113–118.

9. *Рудкевич М.Я.* Тектоника Западно-Сибирской плиты и ее районирование по перспективам нефтегазоносности // Тр. ЗапСибНИГНИ. 1969. Вып. 14. 278 с.

10. *Рудкевич М.Я.* Закономерности в размещении преимущественно нефтеносных и газоносных районов на севере Западно-Сибирской провинции // Тр. ЗапСибНИГНИ. 1973. Вып. 70. С. 117–131.

В.Г. Захаров¹

Режим дрейфа крупных антарктических айсбергов при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг.

Исследованиями режима и динамики ледников полярных областей и горных ледников Евразии и Южной Америки 1890–2012 гг. было выявлено: пик волны меридиональной южной циркуляции 1989 г., (доминирование до 200 дней в году элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) 13 л.з с циклоническим вихрем над полюсом) практически совпал с максимумом лунно-солнечных приливов в 1988 г. (рис. 1 А, Б, В). 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, часто катастрофические [4–7].

В Северном полушарии в период резонанса рассматриваемых процессов была зафиксирована синхронность подвижек ледников Гренландии, Исландии, Шпицбергена, Северной Земли, Аляски, Памира, Алтая, Кавказа, Пакистана, Индии. Отмечена стабилизация ледников Новой Земли, Земли Франца-Иосифа.

¹ Геологический институт РАН, г. Москва, Россия; e-mail: zakharov_vg@mail.ru

В Южном полушарии синхронность сёрджей также проявилась на полярных и горных ледниках Антарктиды, Южной Патагонии, Новой Зеландии, Центральных Анд, [4, 5].

Таким образом, в ходе всех рассмотренных ледниковых подвижек фазы их активизации всегда проходили синхронно. Указанные события имели планетарный характер и были вызваны резонансом максимума лунно-солнечных приливов (1988 г.) и волны циклонической деятельности (1980–1989–2000-е гг.). Это выразилось в интенсивном привносе снежных осадков в области питания ледников, их быстром наращивании и ледниковых сёрджах от Арктики до Антарктиды [4–7].

Для Антарктиды установлено: с конца XIX до начала XXI вв. подвижки (сёрджи) шельфовых и выводных ледников носили периодический характер и всегда происходили после грандиозных обломов айсбергов [6]. Согласно этим данным периоду резонанса лунно-солнечных приливов и волны циклоничности 1988–1989 гг. и, как следствие, сёрджей антарктических ледников 1989–1990-х гг., предшествовали самые значительные обломы антарктических айсбергов 1984–1988/89 гг. (районы 33 крупных шельфовых и выводных ледников) [4–6].

Известно, что в Прибрежном антарктическом течении (ПАТ) айсберги не тают и могут дрейфовать у побережий в течение нескольких лет, подолгу задерживаясь на отмелях. Так, один из трех крупных айсбергов (А-22, **23**, 24), отделившись от шельфового ледника Фильхнера в июле 1986 г. [6] уже 31 год находится перед ледниковым барьером (рис. 2 А). Осадка айсберга А-23 более 450 м (размеры 99.4 × 56.2 км), не позволяет ему выйти из подводного фьорда ледника Фильхнера и дрейфовать в ПАТ к Антарктическому полуострову. Полный дрейф айсберга 1967А, отделившегося от шельфового ледника Беллингаузена в 1966/67 г., составил 8.9 лет с задержкой в 5.1 года также у западного борта подводного фьорда ледника Фильхнера (рис. 2 А) [2, 6].

При переходе из холодного ПАТ в теплые воды Южного океана происходит интенсивное таяние айсбергов и отложение айсберговых осадков, окружающих материк сплошным поясом. Обломочный материал, перенесенный айсбергами (от тонких пелитовых частиц до валунов и глыб) составляет в них более 50% [9].

Ширина пояса айсберговых осадков колеблется в разных местах от 400 до 1200 км, составляя в среднем 500–750 км. Различная ширина зоны айсберговых осадков зависит от интенсивности поступления айсбергового осадочного материала в разных частях Южного океана, а также от интенсивности разбавления его на дне диатомовым материалом. Минимальная ширина зоны айсберговых осадков отмечается в тех местах,

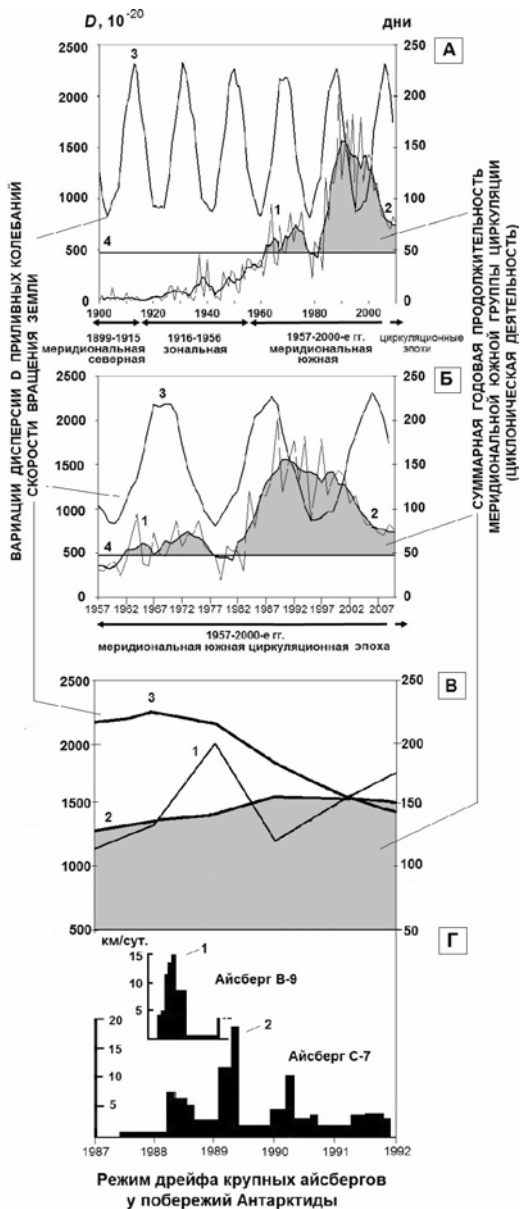


Рис. 1. Динамика продолжительности действия меридиональной южной циркуляции, лунно-солнечные приливы и режим дрейфа крупных антарктических айсбергов С-7 и В-9

А. I – многолетние колебания суммарной годовой продолжительности меридиональной южной группы циркуляции в днях за 1900–2010 гг. [8]; 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. [10]; 4 – средняя продолжительность действия группы. Границы циркуляционных эпох Северного полушария приведены в соответствии с типизацией Б.Л. Дзердзеевского [8]

Б. I – многолетние колебания суммарной годовой продолжительности меридиональной южной группы циркуляции в днях за 1957–2010 гг. [8]; 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. [10]; 4 – средняя продолжительность действия группы

В. I – многолетние колебания суммарной годовой продолжительности меридиональной южной группы циркуляции в днях за 1987–1992 гг. [8]; 2 – 5-летние скользящие средние продолжительности меридиональной южной группы циркуляции; 3 – вариации дисперсии D приливных колебаний скорости вращения Земли (в 10^{-20}) с 1987 гг. [10]; 4 – средняя продолжительность действия группы

Г. Режим дрейфа айсбергов шельфовых ледников Западный С-7 (1) и Росса В-9 (2) [2, 6]

где материковые льды не достигают берега, а оканчиваются в некотором удалении от него. Больше всего айсбергового материала поступает с участка ледникового покрова к востоку от 60° в.д., его количество вновь падает к морю Росса [9].

Из числа крупных айсбергов, обломившихся от края Антарктиды в 1984–1988/89 гг. и длительное время дрейфующих в пределах ПАТ (до и после резонанса лунно-солнечных приливов и волны циклоничности) были отобраны айсберги шельфовых ледников разных секторов Антарктиды: В-9 (Тихоокеанский сектор) и С-7 (Индокоеанский сектор) (рис. 1 А).

Айсберг В-9 (155×39 км) отделился от шельфового ледника Росса 1 января 1987 г. (данные по дрейфу только до февраля 1989 г.). Дрейф айсберга С-7 (22 × 36 × 36 км) шельфового ледника Западный начался в январе/феврале 1987 г., а 10 января 1992 г. айсберг находился уже значительно севернее Антарктического полуострова [2].

Несмотря на относительно короткую, используемую в работе продолжительность дрейфа айсберга В-9, все же прослеживается синхронность его хода с режимом дрейфа айсберга С-7. Она отчетливо проявилась в 1988 г., в начале 1989 г. при резонансе лунно-солнечных приливов и волны циклонической деятельности 1988–1989 гг. (рис. 1 В, Г, 2 А).

Наиболее показательным является режим дрейфа айсберга С-7 (рис. 2 А, Б).

Место и время образования айсберга С-7 были определены по космическим снимкам "Метеор-13", NOAA и MOS MESSER [2]. В январе–

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 океане [2]; 4 – районы образования айсбергов

Б. Изменения средней площади морских льдов в Индокоеанском (а, б, в) и Атлантическом (г) секторах Антарктики [3]; д, ж, з, е – периоды остановки, или замедления дрейфа айсбергов в связи с льдообразованием и становлением припая [1]

феврале 1987 г. айсберг С-7 отделился от края шельфового ледника Западный к востоку от купола Лескова. Было установлено: в общей сложности до 1 января 1992 г. айсберг С-7 продрейфовал 7172 км за 1818 дней, т.е. за 5 лет (рис. 1 А). Средняя скорость дрейфа составила 3.9 км/сут. Медленнее всего (в среднем по 0.8 км/сут.) айсберг двигался в начале дрейфа с 17 января 1987 г. до 19 марта 1988 г. Столь малые скорости были обусловлены остановкой айсберга в зимнем припае у шельфового ледника Эймери (май–ноябрь 1987 г.) (рис. 2 Б, а,д). 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 возрастание скорости дрейфа отмечалось с 13 апреля 1989 г. до становления припая 25 мая 1989 г. (рис. 2 А, Б, в,з).

На рис. 2 А приведены расчетные средние скорости дрейфа айсберга С-7, а также средние скорости дрейфа айсберга В-9, определенные по снимкам РЛСБО «Космос-1500» [2]. Эти данные позволяют проследить для 1988 и начала 1989 гг. одновременный ход изменений скорости дрейфа айсбергов, находившихся в разных частях Антарктики. На рис. 2 А видно, что 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 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 ледостава.

Такие изменения скоростей дрейфа айсбергов С-7 и В-9 хорошо объясняются годовым ходом образования ледяного покрова в Южном океане (рис. 2 А, 3, 2 Б, б, ж) [2]. Согласно этим данным, а также [1], при наибольшем распространении льда в Южном океане вокруг Антарктиды и естественно в условиях становления припая, скорости дрейфа айсбергов уменьшаются, а при наименьшем распространении льда в конце лета – начале осени, скорости дрейфа в несколько раз возрастают.

Выше было показано: для Антарктиды с конца XIX до начала XXI вв. по изменениям положений края исследуемых ледников была полу-

чена периодичность подвижек (сёрджей) антарктических ледников с наращиванием площадей и объемов, а также резких отступаний края в результате обломов айсбергов [6, 7].

Были выделены следующие периоды колебаний края антарктических ледников: 1893–1902; **1902–1910**; (с 1912 по 1934 г. данные отсутствуют), **1935–1939**; 1947–1949; **1955–1957**, **1958–1960**; 1961–1965; **1970–1983**; 1984–1988; **1989–1994**; 2001–2004; **2005–2009** гг.

Периоды максимальных продвижений фронтов плавающих частей ледников (сёрджи) в сторону моря даны жирным шрифтом и подчеркнуты, промежуточные периоды наступаний отмечены только жирным шрифтом. Периоды крайних южных положений фронтов ледников при их отступаниях в результате облома айсбергов показаны обычным шрифтом [6, 7].

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

Периоды наступаний (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 скорость дрейфа айсбергов, отделившихся от ледников также увеличивается.

Периоды замедления темпов продвижения края ледников в сторону моря и отступления фронтов в результате облома айсбергов наблюдаются при понижении уровня моря, сгонах воды, посадках плавающих частей на донные поднятия [6, 7]. Скорость дрейфа отделившиеся айсбергов в это время также падает.

Обобщая представленные результаты, можно заключить, что данные об изменениях режима дрейфа айсбергов В-9 и С-7 при резонансе максимума лунно-солнечных приливов 1988 г. и волны циклонической деятельности 1989 гг., а также взаимосвязи реакции края плавающих частей антарктических ледников и режима дрейфа крупных айсбергов (сёрджи, резкие ускорения движения при нагонах и повышениях уровня) позволяют оценить планетарный характер явлений, происходящий в это время в прибрежных антарктических водах.

Прежде всего, это надежные индикаторы динамики водных масс, изменений уровня моря в Прибрежном антарктическом течении (ПАТ) и характера циркуляции атмосферы, как в Южном, так и Северном полушариях.

Ярким показателем кардинальной смены интенсивности циркуляции в ПАТ и снижением уровня моря являются случаи многолетних задер-

жек крупных айсбергов большой осадки (1967А и А-23) на западе подводного фьорда шельфового ледника Фильхнера (рис. 2 А).

Литература

1. *Буйницкий В.Х.* Морские льды и айсберги Антарктики Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. 256 с.
2. *Глазовский А.Ф., Захаров В.Г.* Место образования и полный дрейф айсберга С-7 у побережья Антарктиды // Материалы гляциол. исслед. М.: 1996. Вып. 80. С. 84–86.
3. *Захаров В.Ф.* Морские льды // Атлас снежно-ледовых ресурсов мира. М.: ВИНТИ, 1997. Т. II. Кн. 2. С. 68–72.
4. *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 Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2017. Т. 1. С. 134–139.
5. *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», Материалы XII Международной Крымской конференции. 2–6 октября 2017 г. Алушта, 2017. С. 84–89.
6. *Захаров В.Г.* Колебания ледников Антарктиды М.: Аккоринформиздат, 1994. 128 с.
7. *Захаров В.Г., Сидоренков Н.С.* Влияние лунно-солнечных приливов на айсберговый сток Антарктиды // Метеорология и гидрология. 2013. № 2. С. 49–55.
8. *Кононова Н.К.* Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. М.: Воентехиниздат, 2009. 372 с.
9. *Лисицын А.П.* Ледовая седиментация в Мировом океане М.: Наука, 1994. 448 с.
10. *Сидоренков Н.С.* Лунно-солнечные приливы и атмосферные процессы // Природа. 2008. № 2. С. 23–31.