

## О СВЯЗИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АНТАРКТИДЫ С КЛИМАТОМ СРЕДНИХ И НИЗКИХ ШИРОТ ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

вед. инж. А.В.КОЗАЧЕК<sup>1</sup>, канд. геогр. наук А.А.ЕКАЙКИН<sup>1</sup>,  
канд. геогр. наук В.Я.ЛИПЕНКОВ<sup>1</sup>, науч. сотр. Ю.А.ШИБАЕВ<sup>1</sup>,  
проф. Р.ВАЙКМЯЭ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГИЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, kozachek@aari.ru

<sup>2</sup> Институт геологии Таллинского технологического университета, Эстония

*По данным геохимических и гляциологических исследований в снежных шурфах и по кернам скважин ручного бурения получены сводные ряды, характеризующие изменчивость температуры воздуха и скорости снегонакопления в районе антарктической станции Восток за последние 350 лет. Показано, что указанные параметры изменялись квазипериодически с длиной цикла 30–60 лет на фоне слабовыраженного положительного тренда. Сопоставление данных рядов с индексами циркуляции Южного полушария позволило установить некоторые закономерности климатической изменчивости Центральной Антарктиды. Наиболее сильное влияние на климат этого региона оказывает преобладающий тип циркуляции в Южном полушарии: при зональной циркуляции наблюдаются отрицательные аномалии температуры и количества осадков, а при меридиональной циркуляции – положительные. Отмечено, что в 1970-х гг. знак связи между многими характеристиками сменился на противоположный, что, по-видимому, связано с перестройкой климатической системы Южного полушария. Установлено, что за последние 350 лет подобное событие имело место по меньшей мере еще 5 раз.*

*Ключевые слова:* Антарктида, Южное полушарие, изменения климата, климатические индексы, палеоклимат, изотопный состав, скорость снегонакопления.

### ВВЕДЕНИЕ

Исследование причин и механизмов глобальных изменений климата, имеющих место на протяжении последних десятилетий, по праву считается одной из актуальнейших научных задач ввиду возможных негативных последствий этих изменений для человечества. Особое внимание ученых приковано к полярным районам, которые, с одной стороны, наиболее чувствительны к глобальному потеплению, а с другой, сами оказывают существенное воздействие на климат планеты. Кроме того, баланс массы полярных ледников, и в первую очередь Антарктического ледникового щита, влияет на объем Мирового океана, повышение уровня которого вызывает беспокойство у миллионов жителей нашей планеты.

При этом регулярные метеорологические и гляциологические наблюдения начались в Центральной Антарктиде около 50 лет назад. Соответственно, большое значение приобретает изучение прошлого климата шестого континента с помощью палеогеографических методов, что и определяет актуальность настоящей работы.

Данная работа посвящена изучению изменений климата Центральной Антарктиды (район станции Восток) за последние 350 лет по результатам гляциологических исследований и геохимических анализов (в первую очередь – анализа изотопного состава) в снежных шурфах и кернах, а также сопоставлению полученных палеоклиматических рядов с климатическими индексами Южного полушария с целью выявления механизмов климатических колебаний в Антарктике.

## МЕТОДИКА

Изучение прошлого климата Антарктиды, как правило, осуществляется путем гляциологических и геохимических исследований в шурфах, по снежным и ледяным кернам, методика которых достаточно подробно изложена в целом ряде работ [Екайкин и др., 2003; Липенков и др., 2003; Екайкин, 2003]. Для реконструкции скорости снегонакопления используются данные стратиграфических наблюдений, а также хронологические маркеры (слои, содержащие продукты вулканических извержений и наземных ядерных испытаний), которые позволяют определять абсолютный возраст снега. Для оценки прошлых изменений температуры применяются результаты анализа изотопного состава снега (концентрация дейтерия,  $\delta D$ , либо кислорода 18,  $\delta^{18}O$ ), путем моделирования и на основании эмпирически установленных зависимостей они пересчитываются в температуру воздуха, при которой сформировался изучаемый снег [Екайкин, Lipenkov, 2009; Salamatin et al., 2004].

Настоящее исследование базируется на данных, полученных участниками 44–53-й Российской антарктической экспедиции (1998–2007 гг.). Результатом этих работ стал целый ряд публикаций (см. обзор в [Екайкин, Lipenkov, 2009]), в которых рассмотрены вариации температуры и скорости снегонакопления в районе станции Восток за последние 225 лет. В настоящей статье впервые представлены сводные региональные ряды, характеризующие изменчивость климата за последние 350 лет в южной части подледникового озера Восток. Это стало возможным после анализа снежных кернов, пробуренных в пунктах *vk07* (в окрестностях станции Восток) и *VFL-1* (в 110 км вверх по линии тока льда от станции) [Екайкин et al., 2010].

Изотопные анализы образцов керна из скважин *vk07* и *VFL-1* были выполнены в Институте геологии Таллинского технологического университета (Эстония), а также в Институте низких температур Университета Хоккайдо (Япония) по стандартной методике, обеспечивающей ошибку значений не более 0,5 ‰ для  $\delta D$ .

Сводные региональные климатические ряды впервые сопоставляются в настоящей работе с некоторыми климатическими индексами Южного полушария.

Эль-Ниньо/Ла-Нинья – Южное колебание (*ENSO*, *El Niño* – *Southern Oscillation*) – квазипериодическое изменение климатической системы в тропической зоне Тихого океана, с характерной длиной волны около 5 лет. Механизмы, которые вызывают эти колебания, остаются до конца не изученными, но, судя по многочисленным данным, оказывают влияние на климат всей планеты. Южное колебание – это атмосферная составляющая Эль-Ниньо, характеризующая разность атмосферного давления между восточной и западной частями тропической зоны Тихого океана. Интенсивность Южного колебания измеряется с помощью индекса *SOI* (*Southern Oscillation Index*), который рассчитывается как нормированная разность атмосферного давления между Таити и Дарвином (Австралия). Эпизоды Эль-Ниньо соответствуют отрицательным значениям *SOI*. Значения индекса, использованные в настоящей работе, брались на сайте <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>.

Тихоокеанское десятилетнее колебание (*PDO*, *Pacific Decadal Oscillation*) – это колебание климата Тихого океана с периодом 20–30 лет. Для него характерно увеличение или уменьшение температуры водной поверхности в Тихом океане к северу от 20° с.ш. Во время теплой (положительной) фазы колебания на западе Тихого океана происходит похолодание, на востоке – потепление, для холодной (отрицательной) фазы характерно противоположное распределение температур.

Большинство исследователей считает, что *PDO* является следствием явлений Эль-Ниньо и Южного колебания, которые усиливаются стохастическими атмосферными процессами. Индекс *PDO* определяется как отклонение от среднего значения температуры поверхности океана в северо-восточной части тропической

зоны Тихого океана. Значения индекса *PDO*, рассчитанные до 954 г. дендрохронологическим методом [Newman et al., 2003], доступны на сайте <http://ncidc.org/>.

Трансполярный индекс (Transpolar Index, *TPI*) определяется как нормированная разность атмосферного давления на уровне моря между Хобартом (Австралия) и Стенли (Фолклендские острова). Данный индекс характеризует самые длинные атмосферные волны вокруг Антарктики [Turner, 2004]. Положительные значения индекса соответствуют сильной зональной циркуляции, отрицательные – меридиональной циркуляции. Значения индекса с 1895 по 2002 г. представлены на сайте <http://ncidc.org/>.

Антарктическое колебание (Antarctic Oscillation, *AAO*) определяется как разность среднего атмосферного давления на широтах 45 и 60° ю.ш. Положительный индекс *AAO* отражает усиление зональной циркуляции. В работе [Trenberth et al., 2005] показано, что *AAO* определяет 10 % глобального массопереноса в атмосфере. Значения индекса *AAO* с 1979 по 2010 г. доступны на сайте <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>.

В данной работе использованы метеорологические данные со станции Восток, доступные на официальном сайте ААНИИ (<http://www.aari.ru>), а также результаты измерения скорости снегонакопления на снегомерном полигоне, расположенном в окрестностях станции. Методика снегомерных наблюдений, а также ряд снегонакопления за период 1970–1992 гг. изложены в [Барков, Липенков, 1996]. В настоящей статье впервые ряд снегонакопления представлен до 2010 г.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### *Климат Центральной Антарктиды за последние 350 лет*

На рис. 1 представлены сводные региональные ряды, характеризующие климатическую изменчивость в южной части подледникового озера Восток.

Ряд изотопного состава получен по данным двух снежных кернов (*vk07* и *VFL-1*) за период с 1650 по 1775 г. С 1775 по 1943 г. ряд составлен по данным четырех, а с 1943 по 1999 г. – по данным десяти снежных шурфов и кернов.

Значения изотопного состава преобразованы в данные о температуре воздуха (см. шкалу справа на рис. 1а) согласно методике, изложенной в [Екакин, Липенков, 2009]. При этом сводный ряд изотопного состава обнаруживает значимую корреляцию ( $r = 0,52$  – см. табл. 1) с данными метеонаблюдений на станции Восток, что подтверждает значимость методики восстановления палеотемператур по изотопным данным. Относительно низкий коэффициент изотопно-температурной корреляции характерен для Центральной Антарктиды (и в целом для регионов с крайне низкими скоростями снегонакопления), что обусловлено рядом факторов, в первую очередь высокой долей «стратиграфического шума», постдепозиционными эффектами и возможными погрешностями в датировке снежной толщи (см. обзор в [Екакин, Липенков, 2009]).

На рис. 1б представлен сводный ряд снегонакопления. Данный ряд короче ряда изотопного состава, поскольку по результатам исследования снежных кернов невозможно реконструировать межгодовую изменчивость скорости аккумуляции, т.е. сводная кривая на рис. 1б составлена только по данным шурфов: по трем шурфам с 1775 г. и по восьми шурфам за период с 1943 по 1999 г.

На рис. 1б также показаны результаты измерения скорости накопления снега на снегомерном полигоне ст. Восток за период с 1970 по 2010 г. Оба ряда аккумуляции связаны друг с другом значимым коэффициентом корреляции (0,65), что подтверждает надежность методики реконструкции скорости снегонакопления по гляциологическим и геохимическим исследованиям в шурфах.

В целом климат Центральной Антарктиды (южная часть озера Восток) характеризуется квазипериодическими колебаниями с периодом от 20–30 до 50–60 лет

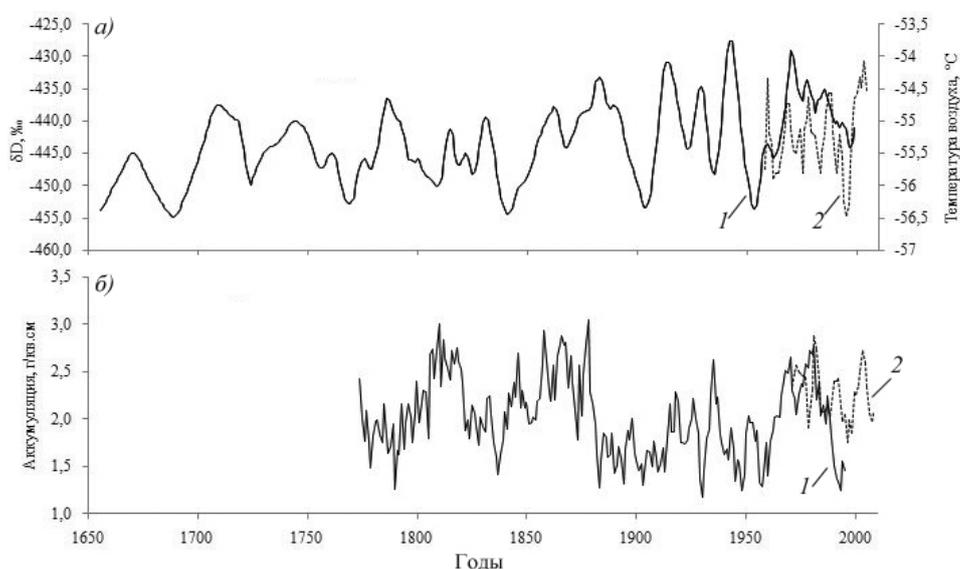


Рис. 1. Сводные региональные ряды, характеризующие климатическую изменчивость в южной части подледникового озера Восток:

*a* – сводный ряд изотопного состава (1) по данным снежных шурфов и кернов; шкала справа рассчитана по изотопно-температурному соотношению, согласно методике, изложенной в [Ekaikin, Lipenkov, 2009]; также приведен ряд температуры воздуха (2) по данным метеорологической станции за период 1958–2010 гг.; *b* – сводный ряд скорости снегонакопления по данным стратиграфических и геохимических исследований в шурфах (1); пунктиром (2) показаны данные инструментальных измерений аккумуляции на снегомерном полигоне в районе станции Восток за 1970–2010 гг.

при слабо выраженном тренде. Средняя скорость снегонакопления составляет  $2,01 \text{ г}\cdot\text{см}^{-2}$  и варьирует в пределах от  $1,2$  до  $3,0 \text{ г}\cdot\text{см}^{-2}\cdot\text{год}^{-1}$ .

Изотопный состав снега варьируется в пределах от  $-455$  до  $-430 \text{ ‰}$ , что соответствует колебаниям средней годовой температуры воздуха от  $-56,5$  до  $-54 \text{ °C}$  при среднем значении около  $-55,5 \text{ °C}$ . Для данного ряда характерен статистически значимый положительный тренд, что говорит о потеплении, имевшем место в течение последних сотен лет.

Характерно, что представленные ряды не обнаруживают каких-либо трендов, которые могут быть соотнесены с современным глобальным потеплением. На протяжении XX в. наблюдалось два периода повышенных значений температуры и скорости снегонакопления, в 1940-х и 1970-х гг., между которыми имел место более холодный и малоснежный период. В конце XX в. был отмечен очередной период похолодания, во время которого значения температуры (и аккумуляции снега) достигали многовекового минимума. Повышение температуры воздуха по данным метеостанции в начале XXI в. при сравнении с палеоклиматическими данными оказывается не столь существенным и не выходит за рамки аномалий, имевших место в XX в. Этот пример лишний раз показывает важность и актуальность палеоклиматических исследований в Антарктике.

Оба ряда, изотопного состава снега (температуры воздуха) и скорости снегонакопления, обнаруживают значимую корреляцию ( $r = 0,44$ ) друг с другом, что характерно для полярных районов [Аверьянов, 1990]. Указанная корреляция подтверждается и сопоставлением данных метеонаблюдений за температурой с результатами измерения снегонакопления на снегомерном полигоне ( $r = 0,41$ ).

Таблица 1

**Коэффициенты корреляции между сводными климатическими рядами района ст. Восток, климатическими индексами Южного полушария и числами Вольфа**

	Ряд аккумуляции на полигоне	Сводный изотопный ряд	Сводный ряд аккумуляции	<i>AAO</i>	<i>PDO</i>	<i>TPI</i>	<i>SOI</i>	Числа Вольфа
Температура ст. Восток	0,41	0,52	0,46	-0,60 (с 1979 г.)		0,37 (до 1979 г.), 0,46 (после 1979 г.)		
Ряд аккумуляции на полигоне			0,65	-0,54		-0,64 (с 1979 г.)	0,51 (сдвиг 2 года)	0,62 (сдвиг 2 года)
Сводный изотопный ряд			0,44 (с 1811 г.)	-0,53	+/-	+/-	+/-	
Сводный ряд аккумуляции				-0,42	+/-	+/-	+/-	+/-

*Примечания.* 1. Показаны только значимые коэффициенты корреляции, см. пояснения в тексте.  
2. «+/-» – означает изменения знака корреляции. Пояснения см. в тексте.

*Сопоставление сводных климатических рядов с индексами циркуляции Южного полушария и данными наблюдений*

В табл. 1 приведено сопоставление сводных рядов, характеризующих изменения климата в районе станции Восток, с индексами циркуляции Южного полушария, а также солнечной активностью (числами Вольфа). Наиболее интересные результаты обсуждаются далее в тексте.

Наиболее устойчивая и надежная корреляция наблюдается между климатическими рядами в Центральной Антарктиде и индексом *AAO*. Эта зависимость достаточно легко объяснима: чем выше индекс *AAO*, тем сильнее разность давления между высокими и низкими широтами Южного полушария, тем более выражена зональная циркуляция, тем холоднее и суше в Центральной Антарктиде.

Непонятным остается ослабление связи между *AAO* и температурой воздуха на ст. Восток до 1979 г. Отметим, что этот год во многих случаях является переломным: например, в этом же году меняется знак связи между индексом *TPI* и температурой на ст. Восток с положительного на отрицательный. Поскольку *TPI* характеризует интенсивность меридиональной циркуляции, то резкое изменение характера связи можно объяснить изменением характера циркуляции. Многие исследователи [Giese et al., 2002, Masson-Delmotte et al., 2003] отмечают резкие климатические изменения в конце 1970-х гг. в разных частях Земли. На графике временных изменений среднегодовой глубины и плотности циклонов для антарктического купола Лау [Masson-Delmotte et al., 2003] видно, что значение аномалий плотности циклонов в 1979 г. переходит через 0 от положительных к отрицательным значениям. Авторы

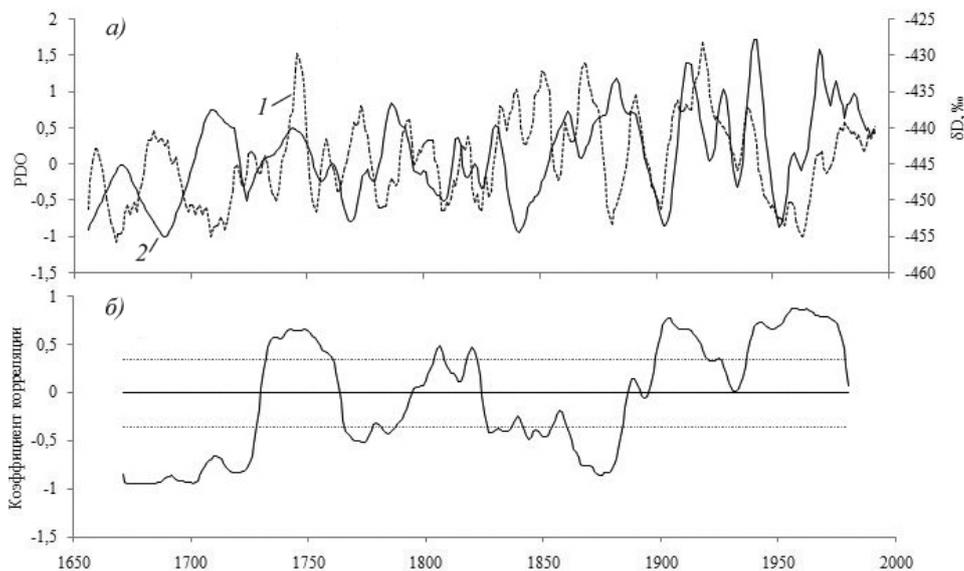


Рис. 2. Сопоставление сводного ряда изотопного состава снега в районе ст. Восток и ряда *PDO*: *a* – совместный хронологический график двух параметров (*1* – *PDO*, *2* – изотопный состав); *б* – график скользящего коэффициента корреляции между сводным рядом изотопного состава и *PDO*, рассчитанный по 30-летним периодам. Горизонтальными пунктирными линиями показаны критические значения коэффициента корреляции, выше которых он является значимым

отмечают, что при положительных значениях плотности циклонов источник влаги находится в более низких широтах. Тем не менее причина подобной перестройки в климатической системе Земли до сих пор остается неясной.

Особенный интерес представляет рассмотрение связи между сводными климатическими рядами в районе ст. Восток и индексом *PDO*, данные по которому доступны с 954 г., то есть полностью охватывают изучаемый в настоящей работе 350-летний период.

Сопоставление рядов показано на рис. 2.

Впервые эти два параметра были сопоставлены в работе [Екакин et al., 2004] за период с 1900 г. Обнаруженная значимая положительная корреляция позволила сделать вывод о существовании т.н. «дальних климатических связей» между Центральной Антарктидой и тропической зоной Тихого океана. Однако, если сравнить два ряда за весь 350-летний период, оказывается, что коэффициент корреляции между ними незначим.

Более детальный анализ показывает, что существуют временные интервалы, в пределах которых связь между изотопным составом и *PDO* значима, но знак связи отличается от такового в соседних интервалах.

На рис. 2б мы показали график скользящего коэффициента корреляции, рассчитанного по 30-летним интервалам. На рисунке четко отмечаются моменты переключения знака корреляции между двумя параметрами: за исследуемый период времени первое такое событие случилось около 1730 г., когда знак корреляции изменился от отрицательных значений (близких к  $-1$ ) до очень высоких положительных. В дальнейшем знак связи менялся на противоположный еще 4 раза. В конце XIX в. наступила довольно продолжительная эпоха положительной связи между изотопным составом снега (температурой воздуха) в Антарктиде и индексом

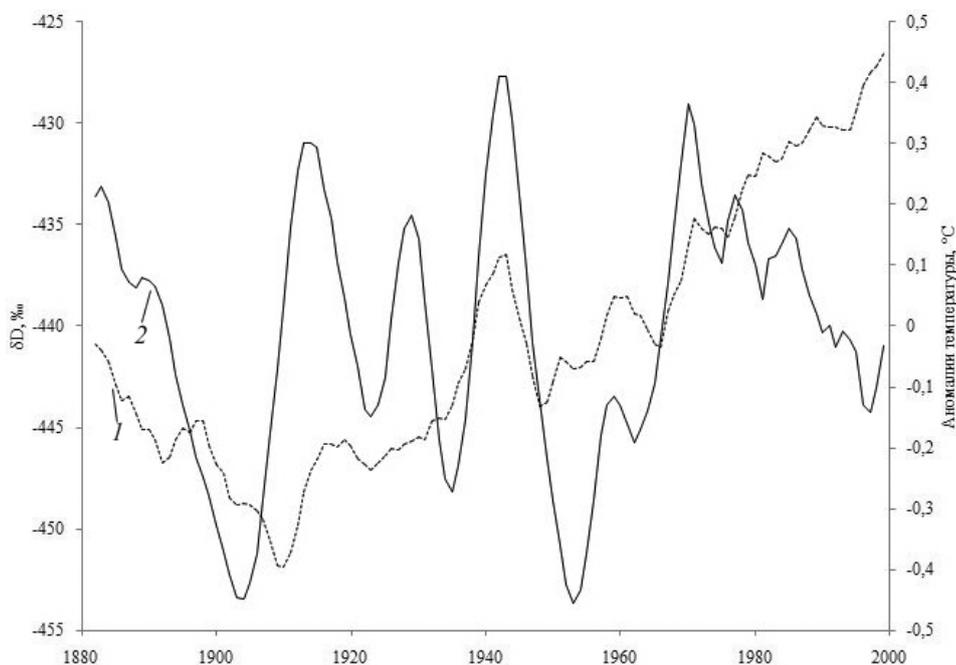


Рис. 3. Сопоставление ряда аномалий средней температуры поверхности океана (1) в Южном полушарии со сводным рядом изотопного состава снега (2) в районе ст. Восток

*PDO*, которая и была зафиксирована в работе [Екакин et al., 2004]. В 1970-х гг. наметилась очередная смена знака корреляции – очевидно, приуроченная к отмеченному выше «переключению» климатической системы в 1979 г.

По всей видимости, смена знака связей обусловлена изменением траекторий проникновения циклонов в Центральную Антарктиду, приносящих туда тепло и влагу. Этот вопрос нуждается в дальнейшем исследовании.

На рис. 3 изотопный состав снега в районе ст. Восток сопоставлен с рядом средней температуры морской поверхности Южного полушария за период с 1880 г.

До 1972 г. оба ряда характеризуются значимым положительным коэффициентом корреляции (0,33). В 1970-х гг. знак связи резко меняется, и на протяжении последних 30 лет ряды характеризуются противоположными трендами: в то время как температура поверхности океана резко растет, концентрация тяжелых изотопов в снегу Центральной Антарктиды снижается, что говорит о похолодании.

Смена знака может объясняться двумя причинами:

- отмеченной выше перестройкой циркуляционной системы в 1970-х гг.;
- превышением температурой моря некоторого порога (аномалия  $+0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), выше которого знак связи меняется на противоположный.

Во втором варианте механизм может быть следующий: при достижении температурой океана критической отметки непосредственное влияние этого параметра на изотопный состав океана начинает перевешивать все прочие факторы. Напомним, что изотопные модели [Salamatin et al., 2004] предсказывают отрицательную зависимость между температурой в источнике влаги и изотопным составом осадков за счет более длинной термодинамической траектории, преодолеваемой воздушной массой, и связанным с этим большим «изотопным истощением».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрена климатическая изменчивость Центральной Антарктиды за последние 350 лет по результатам исследований изотопного состава и аккумуляции снежной толщи.

Обнаружено, что температура воздуха и скорость накопления снега за последние 3,5 века испытывали квазициклические колебания с длиной волны 30–60 лет, наблюдающиеся на фоне слабовыраженного положительного тренда.

Сопоставление рядов температуры воздуха и скорости снегонакопления, полученных по результатам гляциологических и геохимических исследований в глубоких шурфах и по снежным кернам, с результатами соответствующих инструментальных наблюдений показало надежность используемой нами методики восстановления палеоклимата в Центральной Антарктиде.

Сравнение полученных сводных климатических рядов с индексами циркуляции Южного полушария и данными метеонаблюдений позволило сделать следующие выводы:

1. По-видимому, наиболее сильно климатическая изменчивость в центральной Антарктиде связана с индексом *ААО*, т.е. с преобладающим типом циркуляции в Южном полушарии: при зональной циркуляции в районе станции Восток наблюдаются отрицательные аномалии температуры воздуха и скорости снегонакопления (количества осадков), а при меридиональной циркуляции – положительные.

2. В большинстве случаев наблюдается смена знака корреляции между сводными климатическими рядами в Центральной Антарктиде и индексами циркуляции Южного полушария в 1970-х гг. По всей видимости, это связано с перестройкой климатической системы ЮП в эти годы, упоминание о чем неоднократно встречается в литературе, хотя причина этого события остается неизученной.

3. Сопоставление ряда изотопного состава снега в районе ст. Восток с рядом *PDO* за последние 350 лет обнаружило 6 случаев изменения знака корреляции, последний из которых имел место в 1970-х гг. Это говорит о том, что упомянутая выше перестройка климатической системы Южного полушария – по-видимому, достаточно регулярное событие, которые происходит в среднем каждые 60 лет.

*Авторы благодарят сотрудников Института геологии Таллиннского технологического университета и Института низких температур Университета Хоккайдо за изотопные измерения. Работа выполнялась при поддержке РФФИ, грант 10-05-93106-НЦНИЛ\_а.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аверьянов В.Г.* Гляциоклиматология Антарктиды. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 200 с.
- Барков Н.И., Липенков В.Я.* Накопление снега в районе станции Восток, Антарктида, в 1970–1992 гг. // Материалы гляциол. исслед. 1996. Вып. 80. С. 87–88.
- Екайкин А.А., Липенков В.Я., Кузьмина И.Н.* Реконструкция температуры воздуха и аккумуляции снега в Центральной Антарктиде по результатам изотопных и стратиграфических исследований снежной толщи в шурфах на станции Восток // Проблемы Арктики и Антарктики. 2003. Вып. 74. С. 40–65.
- Липенков В.Я., Саламатин А.Н., Екайкин А.А.* Палеоклиматические реконструкции по результатам исследований ледяного керна из глубокой скважины и шурфов на станции Восток // Арктика и Антарктика. 2003. Вып. 2 (36). С. 85–99.
- Ekaikin A.A.* Meteorological regime of central Antarctica and its role in the formation of isotope composition of snow thickness. Grenoble, 2003. 136 p.
- Ekaikin A.A., Lipenkov V.Ya., Kuzmina I.N., Petit J.R., Masson-Delmotte V., Johnsen S.* The changes in isotope composition and accumulation of snow at Vostok Station, East Antarctica, over the past 200 years // Ann. Glac. 2004. Vol. 39. P. 569–575.

*Ekaykin A.A., Lipenkov V.Ya.* Formation of the ice core isotopic composition // Physics of Ice Core Records II, ed. by T. Hondoh. Low Temperature Science. 2009. Vol. 68. P. 299–314.

*Ekaykin A.A., Lipenkov V.Ya., Shibaev Yu.A.* Climate record in the region of Southern Lake Vostok (East Antarctica) over the last 350 years: XXXI SCAR Open Science Conference. 3–6 August 2010. Buenos Aires. 2010. Abstract number 231. 1 p.

*Giese B.S., Urizar S.C., Fuckar N.S.* The southern hemisphere origin of the 1976 climate shift // Geophys. Res. Lett. 2002. Vol. 29. P. 1–4.

*Masson-Delmotte V., Delmotte M., Morgan V., Etheridge D., van Ommen T., Tartarin S., Hoffmann G.* Recent southern Indian Ocean climate variability inferred from a Law Dome ice core: new insights for the interpretation of coastal Antarctic isotopic records // Climate Dynamics. 2003. Vol. 21. P. 153–166.

*Newman M., Compo G.P., Alexander, M.A.* ENSO-Forced Variability of the Pacific Decadal Oscillation // J. Clim. 2003. Vol. 16. № 23. P. 3853–3857.

*Salamatin A.N., Ekaykin A.A., Lipenkov V.Ya.* Modelling isotopic composition in precipitation in Central Antarctica // Материалы гляциологических исследований. 2004. Вып. 97. С. 24–34.

*Trenberth K.E., Stepaniak D.P., Smith L.* Interannual variability of patterns of atmospheric mass distribution // J. Clim. 2005. № 18. P. 2812–2825.

*Turner J.* Review: The El Niño-Southern Oscillation and Antarctica // J. Climatol. 2004. № 24. P. 1–31.

*A.V.KOZACHEK, A.A.EKAYKIN, V.Y.LIPENKOV, Y.A.SHIBAEV, R.VAIKMÄE*

#### **ON THE RELATIONSHIP BETWEEN CLIMATIC VARIABILITY IN CENTRAL ANTARCTICA AND THE CLIMATE OF MIDDLE AND LOW LATITUDES OF SOUTHERN HEMISPHERE**

*Based on data of geochemical and glaciological investigations in snow pits and on snow cores, stack series of air temperature and snow accumulation rate variability in central Antarctica (Vostok station vicinity) have been obtained for the last 350 years. It has been shown that these parameters varied quasi-periodically with the wavelength of 30–60 years superimposed on the slight positive trend. The correlation of these series with the circulation indices of Southern Hemisphere has allowed to establish some regularities in the climatic variability of central Antarctica. We suggest that the climate of this region is mainly governed by the type of circulation in the SH: under conditions of zonal circulation negative anomalies of temperature and precipitation rate are observed, while during meridional circulation the sign of anomaly is opposite. It has been noted that in 1970 the sign of the relationship between many climatic parameters has changed that is likely related to the rearrangement of the climatic system of the SH. It has been also established that during the past 350 years this event happened at least 5 times.*

*Keywords:* Antarctica, Southern Hemisphere, climate change, climatic indices, paleoclimate, isotope content, snow accumulation rate.