

В.В. Зуев

Связь потеплений климата Сибири в XX в. с активностью тропических вулканов

Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

Поступила в редакцию 23.06.2006 г.

Проанализирована связь потеплений климата в Сибири в первые и последние десятилетия XX в. с активностью взрывных тропических вулканов, способных забросить продукты извержения в стратосферу. Показано, что в период серии частых вулканических взрывов с 1963 по 1991 г. из-за сильного возмущения волновой активности атмосферной циркуляции наблюдалось усиление Северо-Атлантических колебаний (Азорского антициклона и Исландской депрессии), которые сопровождалось ослаблением Сибирского антициклона. Рассмотрен механизм в представлении центров действия атмосферы крупномасштабными вихрями, в результате которого может происходить интенсивная продувка регионов Сибири в зимний период теплым атлантическим воздухом, приводящая к существенному потеплению регионального климата.

Анализ длительных хронологий индексов Северо-Атлантических колебаний, значений глобальной оптической толщи стратосферы и летописи взрывных извержений вулканов более чем за 130-летний период показал, что причины потеплений климата Сибири в первые и последние десятилетия XX в. имеют аналогичную природу, в основе которой лежит активность тропических вулканов.

Введение

Мощные взрывные извержения вулканов способны пробить тропопаузу и выбросить в стратосферу огромное количество продуктов извержения. Так, например, при извержении вулкана Пинатубо в июне 1991 г. в стратосферу попало около 20 млн т SO_2 [1]. Из этих продуктов образуется сернокислотный аэрозоль, который задерживается в стратосфере до нескольких лет в зависимости от мощности взрыва. За это время стратосферная циркуляция разгоняет облако вулканогенного аэрозоля в глобальном масштабе, особенно если извержение происходит в межтропической зоне конвергенции.

Традиционно считается, что облака вулканогенного аэрозоля в стратосфере должны понижать приземную температуру [2]. Действительно, альbedo атмосферы увеличивается и уменьшаются потоки прямой солнечной радиации, достигающие земной поверхности. Однако в региональном масштабе температурный режим формируется как радиационными, так и динамическими (циркуляционными) процессами. В суперпозиции этих процессов динамический фактор может превалировать над радиационным. Достаточно вспомнить зимние потепления в Сибири в первой половине 90-х гг. XX в. после извержения вулкана Пинатубо. Мощные взрывные извержения вулканов сильно возмущают общую циркуляцию атмосферы, особенно ее волновую активность.

Температурный режим юга Сибири с конца XIX в.

Проанализируем температурный режим юга Сибири на основе длинного ряда температурных на-

блюдений в Томске. Благодаря открытию первого за Уралом университета в Томске в 1881 г. появилась возможность регулярных измерений приземной температуры. На рис. 1, а изображен ряд среднегодовых температур в Томске с 1890 по 1995 г. Показаны

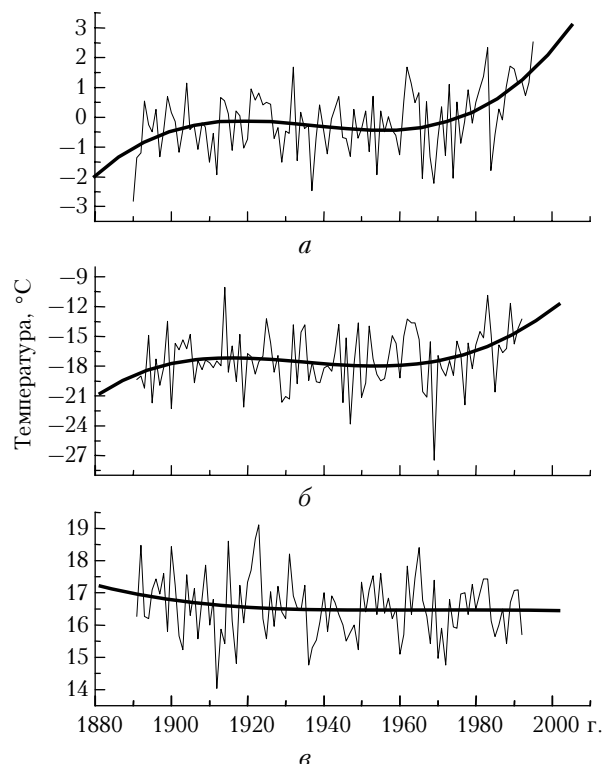


Рис. 1. Ряды приземных температур в Томске с полиномиальными трендами 4-го порядка: а — среднегодовые, б — зимние, в — летние значения

также основные тенденции температур за 106-летний период наблюдений с помощью полиномиального тренда 4-го порядка.

Видно, что тенденции роста региональных температур в Томске в целом согласуются с глобальными изменениями климата. Вслед за ростом температуры в конце XIX и первой четверти XX в. (так называемое потепление 30-х гг.) наблюдалось незначительное похолодание вплоть до 60-х гг., затем вновь активный рост температуры. Подчеркнем, что климатические изменения в Сибири определяются, главным образом, зимними, а не летними температурами. Это подтверждают тенденции роста зимних и летних температур в Томске (рис. 1, б, в соответственно), определенные с помощью полиномиального тренда 4-го порядка. В свою очередь, зимние температуры сильно коррелированы с январскими температурами (коэффициент корреляции превышает 0,75). Поэтому в дальнейшем рассматриваются только среднеянварские температуры.

В зимний период, как известно, максимально активизируются центры действия атмосферы, в значительной степени определяющие региональные особенности климатического режима.

Характеристика активности Северо-Атлантических колебаний и Сибирского антициклона во второй половине XX в.

Центры действия атмосферы — это крупномасштабные элементы структуры общей циркуляции атмосферы. Согласно Монину и Шишкову [3] остоу общей циркуляции атмосферы нанизан на три оси: ось межтропической конвергенции, вдоль которой образуется субротация, т.е. более медленное вращение экваториального воздуха вокруг земной оси по сравнению с вращением твердой планеты, и две оси северного и южного субтропических струйных течений, вдоль которых под действием «отрицательной вязкости» статистического ансамбля волн Росби-Блиновой передается дополнительный момент импульса зональных течений, создавая суперротацию. Сдвиги зональной скорости на этих осях между субротацией и суперротацией могут приводить к образованию, по механизму неустойчивости Гельмгольца, субтропических антициклонов и субполярных циклонов, играющих роль подобно шарикам в подшипниках.

Квазистационарные положения таких вихрей называются центрами действия атмосферы (ЦДА). Их наличие отражает нарушение зональности, связанное с незональными факторами нагрева и охлаждения атмосферы над океанами и континентами, имеющими разную температуру. В Северном полушарии, например, можно выделить две пары постоянных океанских ЦДА: Азорский антициклон — Исландская депрессия и Гавайский антициклон — Алеутская депрессия. Под действием муссонных эффектов могут образовываться сезонные континентальные ЦДА. Зимой в Северном полушарии образуются

Сибирский и Канадский антициклоны, а летом — Южно-азиатский и Калифорнийский циклоны.

Значительную роль в температурном режиме Сибири зимой оказывает активность трех ЦДА: Азорского антициклона, Исландской депрессии и Сибирского антициклона. Центр первого океанического ЦДА, слегка дрейфуя, позиционируется около Азорских островов, а второго — между Исландией и южной оконечностью Гренландии. Центр Сибирского антициклона, как правило, располагается в Северной Монголии. Активность этих ЦДА можно оценивать по разности давлений в их центре и средним давлением в Северном полушарии на уровне моря. Эту разность принято именовать интенсивностью ЦДА. На рис. 2, а–в приведены межгодовые изменения интенсивности рассматриваемых трех ЦДА зимой для второй половины XX в. по данным наблюдений [4] и реанализа [5].

Совместные изменения интенсивностей пары океанических ЦДА характеризуют Северо-Атлантические колебания (САК). Индексы САК определяются по разностям давлений в центрах Азорского антициклона и Исландской депрессии, или соответственно по разностям интенсивностей этой пары ЦДА. Полученные разности в гектопаскалях переводятся затем в безразмерные индексы I_i по стандартной формуле $I_i = (x_i - \bar{x})/\delta x$, где x_i , \bar{x} и δx — соответственно текущее значение ряда, его среднее и СКО. На рис. 2, г приведен ряд индексов САК для второй половины XX в., полученных по данным, представленным на рис. 2, а, б.

Видно хорошее согласие данных наблюдений и реанализа для океанических ЦДА (коэффициент корреляции в среднем составляет около 0,95). Понятно, что и индексы САК в этом случае (рис. 2, г) хорошо скоррелированы (коэффициент корреляции 0,97).

Спорная ситуация возникает для Сибирского антициклона. Представленные на рис. 2, в результаты наблюдений и реанализа существенно различаются (коэффициент корреляции 0,3). Кроме того, эти данные согласно [6] находятся в противоречии (с отрицательным коэффициентом корреляции) с данными [7–9]. Такие различия приводят к разным оценкам тенденций изменений Сибирского антициклона, особенно в периоды зимних потеплений в Сибири в последние десятилетия XX в.

По данным [7–9], зимние потепления сопряжены с усилением Сибирского антициклона. По другим данным [10–12] отмечается тенденция ослабления Сибирского антициклона в последние десятилетия, что согласуется с результатами наблюдений [4].

Обычно принято считать (см., например, [6]), что ослабление Сибирского антициклона является следствием глобального потепления, обусловленного, как правило, антропогенным фактором. Однако не менее вероятно предположить, что значительное уменьшение активности Сибирского антициклона является не следствием, а причиной зимних потеплений в Сибири в первые и последние десятилетия XX в. Остановимся подробнее на особенностях климата второй половины XX в.

Рассмотрим упрощенную схему совместного влияния САК и Сибирского антициклона на зимний температурный режим Сибири (рис. 3) в представлении ЦДА как крупномасштабных вихрей. Рис. 3, *а* отображает ситуацию нейтрального поведения САК

и активного Сибирского антициклона, характерную, по-видимому, для 50-х и 60-х гг., рис. 3, *б* – ситуацию возмущенных САК и ослабленного Сибирского антициклона, которая скорее всего была типична для последней четверти XX в.

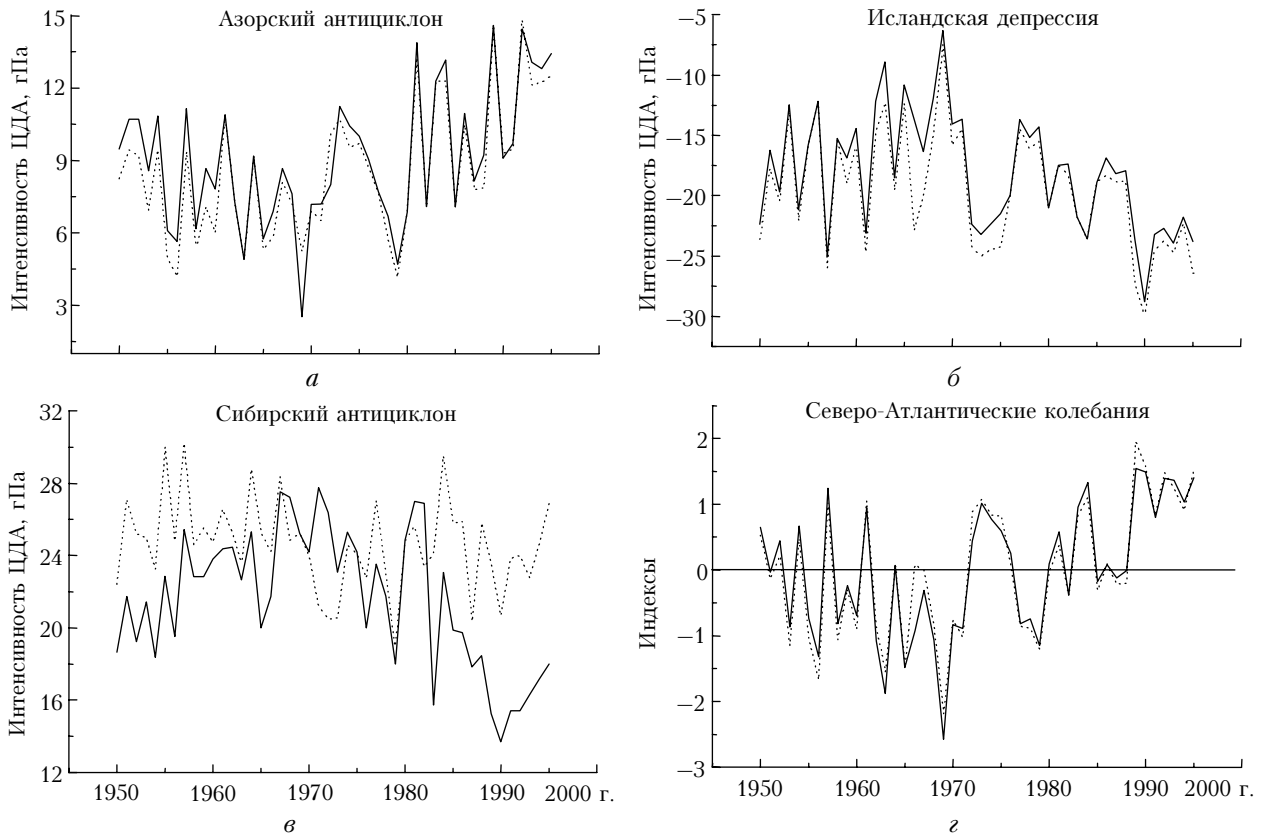


Рис. 2. Характеристики интенсивностей центров действия атмосферы во второй половине XX в. (сплошная линия – наблюдения, пунктирная – реанализ)

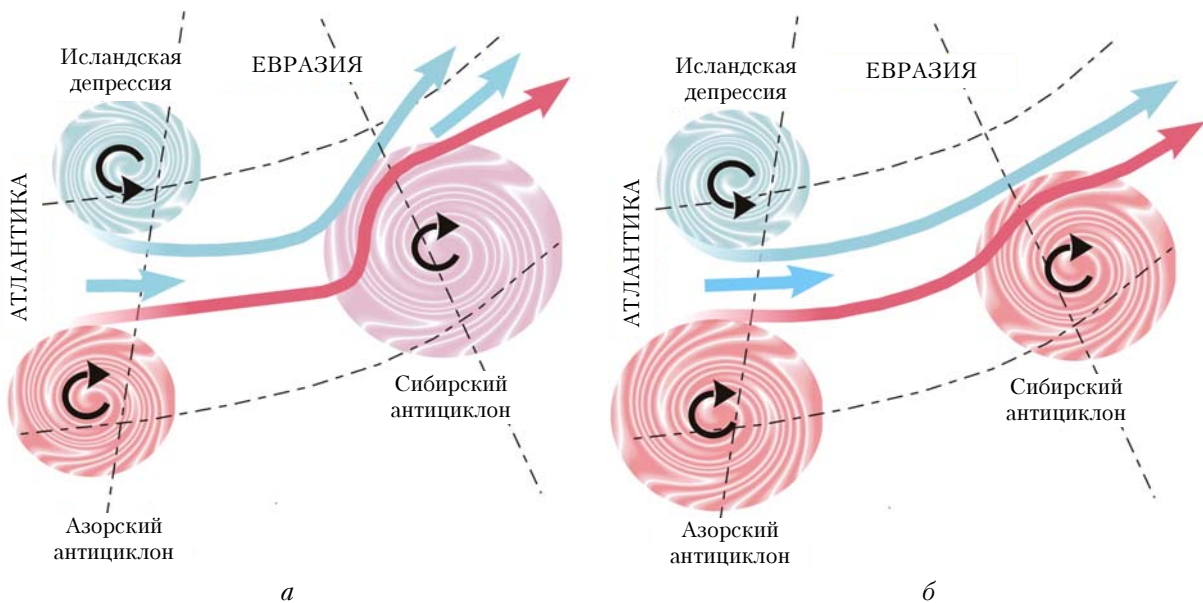


Рис. 3. Схема продувки Евразии в зимний период струей атлантического воздуха в представлении центров действия атмосферы крупномасштабными вихрями для двух ситуаций: *а* – нейтральных океанических ЦДА и активного Сибирского антициклона; *б* – усиленных океанических ЦДА и ослабленного Сибирского антициклона

Пара океанических ЦДА, подобно аэродинамическому вихревому насосу, засасывает теплый воздух с Атлантики и формирует из него струю по направлению к Евразийскому континенту. Активный Сибирский антициклон блокирует зональный перенос теплого воздуха в Сибирь, рассеивая струю на северо-восток (рис. 3, а). В этом случае температурный режим в блокированных регионах Сибири должен характеризоваться пониженными температурами, межгодовое изменение которых никак не должно быть связано с изменениями индексов САК.

Возмущенные и усиленные океанические ЦДА увеличивают интенсивность зимней продувки Евразийского континента теплым воздухом с Атлантики. Если Сибирский антициклон в этот период оказывается ослабленным, то должна реализоваться ситуация, представленная на рис. 3, б. В этом случае может осуществляться продувка струей атлантического воздуха значительных пространств Сибири даже восточнее расположения Сибирского антициклона. При этом вихрь Сибирского антициклона не только не блокирует, но и, подкручивая струю, добавляет ей дополнительное ускорение в зональном направлении. Изменения зимних температур в зоне влияния атлантической струи должны коррелировать с активностью САК и указывать на зимние потепления.

Для проверки справедливости ситуаций, описанных выше и изображенных на рис. 3, проведем анализ январских температур на разных меридиональных разрезах атлантической струи в Сибири в зонах ее вероятного влияния. В табл. 1 приведены результаты корреляционного анализа январских приземных температур в различных пунктах Сибири с индексами САК. Выбраны два 15-летних периода 1960–1974 и 1975–1989 гг. с преимущественно отрицательными и положительными значениями индексов САК согласно рис. 2, з. Температурные дан-

ные взяты на сайте <http://meteo.ru>. Первый меридиональный разрез (Кустанай – Курган – Леуши) выбран по самому западному меридиану в Сибири около 65° в.д., второй (Барнаул – Томск – Колпашево) – около 84° в.д., третий (Иркутск – Ванавара – Тура) – около 102° в.д., четвертый (Киренск – Ербогачен – Оленек) – около 110° в.д. и пятый (Сковородино – Алдан – Вилюйск) – на самом востоке Сибири около 124° в.д.

Из табл. 1 видно, что в первый анализируемый период никакой значимой корреляции январских температур в исследуемых пунктах наблюдений с индексами САК не наблюдалось. Во второй период, наоборот, получены высокие значения коэффициента корреляции R (за исключением пункта Леуши) вплоть до последнего меридионального разреза за восточными пределами Сибирского антициклона. Причем по максимальным значениям R (жирные цифры) хорошо прослеживается траектория оси атлантической струи в зональном направлении с небольшим смещением на север, особенно для 3-го и 4-го меридианов в области действия ослабленного Сибирского антициклона.

В табл. 1 приведены также значения наклонов температурных трендов B в соответствующие периоды. Видно, что для первого периода 1960–1974 гг. для большинства пунктов наблюдения (кроме пп. Оленек и Алдан) тренд январских температур получается отрицательным. Для второго периода 1975–1989 гг., наоборот, характерно зимнее потепление на значительном пространстве Сибири (кроме пп. Курган, Леуши и Оленек). Причем области максимальных потеплений (B , жирные цифры) в основном расположены по траектории оси атлантической струи. Таким образом, результаты анализа январских температур, приведенные в табл. 1 для двух рассматриваемых периодов, полностью соответствуют двум ситуациям, представленным на рис. 3. Они, в частности, однозначно показывают, что в период 1975–1989 гг. совместно с усилением САК происходило значительное ослабление Сибирского антициклона, что способствовало эффективной продувке обширных регионов Сибири зимой теплым воздухом с Атлантики. Что же могло вызвать такие возмущения ЦДА?

Если более внимательно проанализировать корреляцию январских температур и индексов САК за период 1950–1995 гг. с использованием скользящего окна шириной 15 лет с шагом 1 год (рис. 4), то оказывается, что все всплески коэффициентов корреляции приходятся на годы взрывных извержений тропических вулканов, продукты которых зарегистрированы в среднеширотной стратосфере по лидарным наблюдениям [13, 14]. Этот результат, вообще говоря, предсказуем, поскольку извержения таких вулканов, как отмечалось выше, сильно возмущают циркуляцию атмосферы и ее волновую активность.

Из рис. 4 видно, что в результате серии вулканических извержений, следующих один за другим, происходит раскачка всей колебательной атмосферной системы, при которой в пиковых возмущенных режимах ЦДА значения коэффициентов корреляции превышают уровень статистической значимости

Таблица 1

Коэффициенты корреляции приземных температур с индексами САК (R) и наклон температурных трендов (B)

№ меридиана	Пункт наблюдения	Координаты, град с.ш./в.д.	1960–1974 гг.		1975–1989 гг.	
			R	B	R	B
1	Кустанай Курган Леуши	53,22/63,62 55,47/65,4 59,62/65,78	-0,16	-6,15	0,57	0,94
			-0,17	-5,93	0,51	-0,14
			-0,15	-4,98	0,26	-1,18
2	Барнаул Томск Колпашево	53,33/83,70 56,43/84,97 58,30/82,90	0,21	-4,09	0,6	2,08
			0,16	-4,73	0,68	1,59
			0,08	-4,57	0,65	0,3
3	Иркутск Ванавара Тура	52,27/104,4 60,33/102,27 64,17/100,07	0,35	-0,73	0,66	2,10
			0,1	-1,74	0,68	1,81
			-0,12	-2,8	0,61	0,16
4	Киренск Ербогачен Оленек	57,77/108,12 61,27/108,02 68,50/112,43	0,32	-0,17	0,61	2,71
			0,09	-1,34	0,71	2,75
			-0,08	4,48	0,6	-0,19
5	Сковородино Алдан Вилюйск	54,0/123,97 58,62/125,37 63,77/121,62	-0,22	-1,39	0,56	0,29
			0,27	0,51	0,72	1,60
			-0,08	-0,41	0,62	0,23

не только 95, но и 99% даже при относительно слабых извержениях, таких как Ниамурагира в Заире в 1986 г.



Рис. 4. Коэффициенты корреляции январских температур в Томске с индексами САК на временном интервале 15 лет, скользящем с шагом 1 год за период 1950–1995 гг. и моменты взрывных извержений тропических вулканов

Взрывные извержения вулканов и активность Северо-Атлантических колебаний в XIX и XX вв.

На рис. 5, а приведена хронология индексов САК с 1865 по 1998 г. по данным сайта <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/nao.htm>. Жирной чертой с затемнениями показаны результаты сглаживания индексов САК с помощью FFT-фильтра с окном 3 года.

На рис. 5, б изображен ход глобальной аэрозольной оптической толщины τ_a по результатам реконструкции из аэрозольных включений в ледяных ядрах по данным [15]. Подробная летопись мощных взрывных извержений вулканов, произошедших в тропической зоне и Северном полушарии за период 1850–1991 гг., приведена в табл. 2 по данным [15], дополненным данными [14].

Ряд τ_a в [15] разбивается на четыре периода: 1850–1882, 1883–1959, 1960–1978 и 1979–1990 гг. На рис. 5, б ряд τ_a также разбит на четыре периода, только немного на иных временных интервалах: I – 1860–1882; II – 1883–1914; III – 1915–1959 и IV – 1960–1998 гг. Аналогичным образом сгруппированы извержения в табл. 2. Это разбиение обусловлено общими особенностями, которые отчетливо видны на рис. 5.

Из рис. 5 и табл. 2 видно, что I период характеризуется редкими извержениями средней мощности и нейтральными колебаниями индексов САК, а II период представлен мощными и частыми извержениями на протяжении 30 лет и выраженной тенденцией усиления индексов САК.

Для III периода характерны редкие извержения средней мощности и нормализация колебаний индексов САК.

Наконец, в IV периоде вновь происходит вспышка мощных и частых извержений, приведших к еще большему возмущению САК, чем во II период, что видно по поведению трендов индексов САК для этих периодов.

Таблица 2
Взрывные извержения вулканов в тропической зоне и Северном полушарии за период 1850–1991 гг. и индексы вулканических взрывов*

Период	Год извержения	Вулкан	Широта/долгота	ИВВ
I	1855–1856	Котопахи	1° ю.ш./78° з.д.	–
	1856	Аву	4° с.ш./125° в.д.	–
	1861	Макджан	0° с.ш./127° в.д.	4
	1875	Эскья**	65° с.ш./17° з.д.	5
II	1883	Кракатау	6° ю.ш./105° в.д.	6
	1888	Риттер	6° ю.ш./148° в.д.	–
	1888	Бэндэн Сан**	38° с.ш./140° в.д.	4
	1892	Аву	4° с.ш./125° в.д.	–
	1902	Монт-Пеле	15° с.ш./61° з.д.	4
	1902	Суфриер	13° с.ш./61° з.д.	4
	1902–1904	Санта-Мария	15° с.ш./92° з.д.	5–6
	1907	Штюбеля**	52° с.ш./158° в.д.	5
III	1912	Катмай**	58° с.ш./155° з.д.	6
	1947	Гекла**	64° с.ш./20° з.д.	4
	1953	Маунт-Спер**	61° с.ш./152° з.д.	4
IV	1956	Безымянная**	56° с.ш./161° в.д.	5
	1963	Агунг	8° ю.ш./116° в.д.	4
	1965	Таал	14° с.ш./121° в.д.	–
	1966	Аву	4° с.ш./125° в.д.	4
	1968	Фернандины	0° ю.ш./92° з.д.	4
	1974	Фуэго	14° с.ш./91° з.д.	4
	1976–1977	Суфриер	16° с.ш./62° з.д.	–
	1979	Суфриер	13° с.ш./61° з.д.	–
	1979	Сьерра-Негро	13° с.ш./87° з.д.	–
	1980	Сент-Хеленс**	46° с.ш./122° з.д.	5
	1981	Алаид**	51° с.ш./156° в.д.	–
	1981	Ниамурагира	1° ю.ш./29° в.д.	–
	1982	Эль-Чичон	17° с.ш./93° з.д.	5
	1985	Дель-Руис	5° с.ш./76° з.д.	–
	1986	Ниамурагира	1° ю.ш./29° в.д.	–
1989	Редубт**	61° с.ш./153° з.д.	–	
1991	Пинатубо	15° с.ш./120° в.д.	5	

* Индексы вулканических взрывов (ИВВ) 4, 5 и 6 по данным [16] представляют объем изверженного вещества (км^3) 0,1–1; 1–10 и 10–100 соответственно. ** Вулканы вне тропической зоны.

Напомним (см. рис. 1, а), что именно в эти периоды наблюдался максимальный рост температур в Томске. По общим чертам события II и IV периодов подобны.

Исходя из этого подобия, можно предположить, что как и в конце XX в., так и на рубеже XIX и XX вв. серии взрывных извержений тропических вулканов, возмущая волновую активность атмосферной циркуляции, усиливали активность океанических ЦДА в Атлантике и ослабляли Сибирский антициклон.

Это привело к многолетней интенсивной продувке регионов Сибири в зимний период теплым воздухом с Атлантики и связанным с этим потеплением регионального климата.

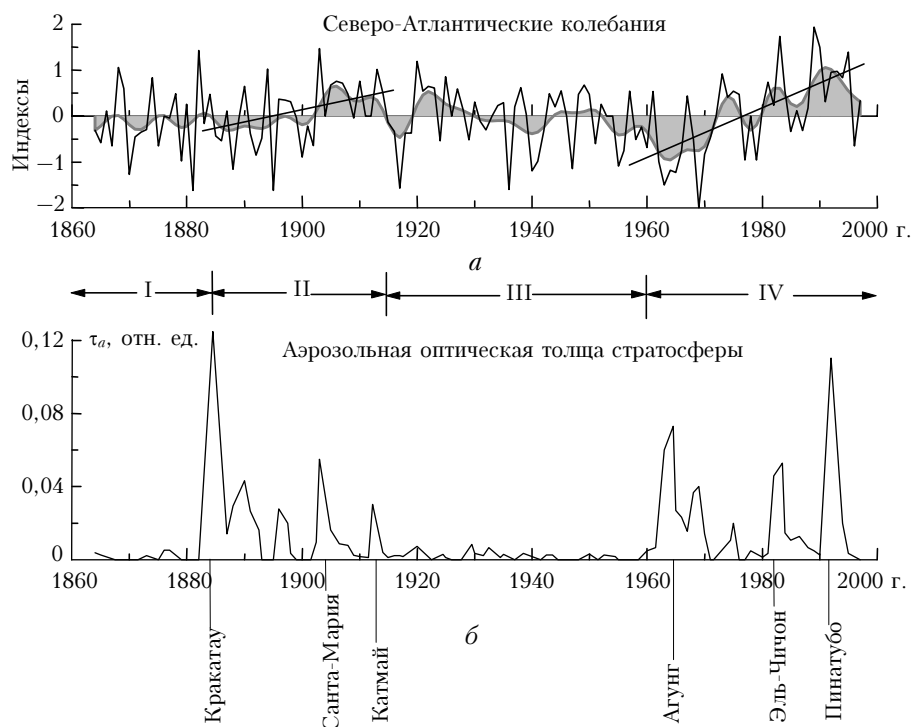


Рис. 5. Индексы САК (тонкая линия) и результаты их сглаживания FFT-фильтром по трем точкам (жирная линия) (а); реконструированные значения аэрозольной оптической толщи стратосферы на длине волны 0,55 мкм с привязкой к вулканическими взрывными извержениями (б)

Заклучение

Подводя итоги вышеизложенному, можно сделать следующие выводы:

1. Периоды резких изменений климата Сибири за счет зимних потеплений совпадают с периодами повышенной вулканической активности, в первую очередь тропических вулканов. Повышенная вулканическая активность характеризуется, прежде всего, высокой частотой взрывов, способных забросить продукты извержения в стратосферу.

2. Серии вулканических взрывных извержений возмущают волновую активность атмосферной циркуляции, при которой усиливается активность океанических ЦДА в Атлантике и ослабляется Сибирский антициклон.

3. При таком возмущении Северо-Атлантических колебаний и Сибирского антициклона происходит интенсивная продувка регионов Сибири в зимний период теплым атлантическим воздухом, приводящая к существенному потеплению регионального климата.

1. Зуев В.В. Лидарный контроль стратосферы. Новосибирск: Наука, 2004. 307 с.
2. Асатуров М.Л., Будыко М.И., Винников К.Я. и др. Вулканы, стратосферный аэрозоль и климат Земли. Л.: Гидрометеониздат, 1986. 256 с.
3. Монин А.С. Шишков Ю.А. О сезонных колебаниях центров действия атмосферы // Докл. РАН. 1999. Т. 365. № 3. С. 388–391.
4. Jones P.D. The early twentieth century Arctic High-fact or fiction? // Clim. Dyn. 1987. V. 1. P. 63–75.

5. Kistler R. et al. The NCEP/NCAR 50-Year Reanalysis: Monthly Means CD-ROM and Documentation // Bull. Amer. Meteorol. Soc. 2001. V. 82. P. 247–266.

6. Мохов И.И., Хон В.Ч. Межгодовая изменчивость и долгопериодные тенденции изменений центров действия атмосферы в Северном полушарии. Анализ данных наблюдений // Изв. РАН. Физ. атмосф. и океана. 2005. Т. 41. № 6. С. 723–732.
7. Каталог параметров атмосферной циркуляции. Северное полушарие. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1988. 452 с.
8. Мониторинг общей циркуляции атмосферы. Северное полушарие. Бюллетень 1986–1990. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1992. 124 с.
9. Мониторинг общей циркуляции атмосферы. Северное полушарие. Бюллетень 1991–1995. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1997. 134 с.
10. Sahsanoglu H.S., Makrogiannis T.J., Kallimopoulos P.P. Some aspects of the basic characteristics of the Siberian Anticyclone // Int. J. Climatol. 1991. V. 11. P. 827–839.
11. Gony D.-Y., Ho C.-H. The Siberian High and climate change over middle to high latitude Asia // Theor. Appl. Climatol. 2002. V. 72. P. 1–9.
12. Mokhov I.I., Khon V.Ch. Atmospheric centers of action changes from observations and simulations // Geophys. Res. Abstr. 2004. V. 6. P. 05924.
13. Коллис Р.Т.Х., Рассел П.Б. Лидарные измерения аэрозольных частиц и газов посредством упругого рассеяния в направлении назад и дифференциального поглощения // Лазерный контроль атмосферы / Под ред. Э.Д. Хинкли. М.: Мпр, 1979. 416 с.
14. Jager H. Transport of aerosol from the tropics to northern midlatitudes after major volcanic eruptions as observed by lidar at Garmish-Parten Kirchen // Reviewed and Revised Papers Presented at the 22nd Int. laser Radar Conf. (ILRC 2004), Matera, Italy, 12–16 July, 2004. V. 2. P. 563–566.

15. *Sato M., Hansen J.E., McCormick M.P., Pollack J.B.* Stratospheric aerosol optical depth, 1850–1990 // *J. Geophys. Res.* D. 1993. V. 98. N 12. P. 22987–22994.
16. *Newhall C.G., Self S.* The volcanic explosivity index (VEI): an estimate of explosive magnitude for historical volcanism // *J. Geophys. Res.* 1982. V. 87. P. 1231–1238.

V.V. Zuev. Interrelation between the climate warming in Siberia in XX century and the activity of tropical volcanoes.

The paper analyzes the interrelation of climate warmings in Siberia in the first and last decades of XX century with activity of explosive tropical volcanoes, able to eject the products of explosion to stratosphere. It is shown that in period of frequent volcanic explosions from 1963 to 1991, due to strong perturbation of wave activity of atmospheric circulation, an intensification of North Atlantic oscillation (Azores High and Icelandic Low) was observed, accompanied by weakening of Siberian High. In representation of atmospheric activity centers in terms of large-scale vortices, we consider the mechanism causing an intense blow-through of Siberian regions in winter period by warm Atlantic air, leading to a substantial warming of the regional climate.

From analysis of long-term chronologies of North Atlantic oscillation (NAO) indices, global stratospheric optical depths, and chronicle of explosive eruptions of volcanoes for a 130-year period it is concluded that the causes of climate warmings in Siberia in the first and last decades of XX century are analogous in nature, resting upon activity of tropical volcanoes.