

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК АЭРОЗОЛЯ В 52-й РАЭ

С.М.САКЕРИН¹, Д.М.КАБАНОВ¹, В.С.КОЗЛОВ¹, М.В.ПАНЧЕНКО¹,
В.В.ПОЛЬКИН¹, А.Б.ТИХОМИРОВ¹, Н.И.ВЛАСОВ², В.Ф.РАДИОНОВ³,
А.В.СМИРНОВ⁴, Б.Н.ХОЛБЕН⁴, И.А.СЛУЦКЕР⁴, Л.П.ГОЛОБОКОВА⁵

¹ – Институт оптики атмосферы СО РАН, Томск

² – НПО «Тайфун», Обнинск

³ – ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт

⁴ – Центр космических полетов Годдарда, НАСА (США)

⁵ – Лимнологический институт СО РАН, Иркутск

Рассматриваются результаты исследований в 52-й Российской антарктической экспедиции характеристик атмосферного аэрозоля: счетной концентрации и ионного состава растворимой фракции аэрозоля, массового содержания аэрозоля и микрокристаллического углерода («сажи») в приводном слое атмосферы, а также аэрозольной оптической толщины (АОТ) и общего влагосодержания атмосферы. Приводятся статистические данные аэрозольных характеристик для четырех районов исследований. Максимальные значения всех характеристик были зарегистрированы в районе северного пассата, наиболее низкие – вблизи побережья Антарктиды. Средние значения характеристик вблизи российских антарктических станций: АОТ атмосферы (0,5 мкм) – 0,029; влагосодержание – 0,39 г/см²; массовое содержание аэрозоля – 2,1 мкг·м⁻³; массовое содержание «сажи» – 0,01 мкг·м⁻³.

Отмечается, что в пространственном распределении АОТ, массового содержания аэрозоля и «сажи» в Южном полушарии наблюдается широтная зависимость – убывание значений от экватора к побережью Антарктиды. Для двух районов (Южный океан и Антарктида) проводится сопоставление АОТ атмосферы, измеренных в 52-й РАЭ, с данными других исследований и отмечается хорошее согласие результатов.

Приводятся статистические характеристики химического состава приводного аэрозоля в атмосфере Южной Атлантики. Средние значения концентрации ионов растворимой фракции аэрозоля составили: Na⁺ – 3,03; Cl⁻ – 6,03; K⁺ – 0,183; Mg²⁺ – 0,212; Ca²⁺ – 0,31; SO₄²⁻ – 1,77; NO₃⁻ – 0,357; NH₄⁺ – 0,817; Br⁻ – 2,183 мкг·м⁻³.

ВВЕДЕНИЕ

Аэрозоль, как известно, играет важную роль в радиационно-климатических процессах. В условиях сегодняшнего внимания к проблеме климатических изменений необходимо получение экспериментальных данных о физико-химическом составе и вариациях аэрозоля в различных регионах планеты. Особое значение имеют относительно редкие исследования в наиболее чистых районах, таких как Антарктида и Южный океан, которые удалены от основных источников генерации природного и антропогенного аэрозоля. Данные, полученные в указанных районах, позволяют оценить свойства и тенденции изменения фонового аэрозоля.

Измерения аэрозольных характеристик в атмосфере Южной Атлантики были начаты нами в 19-м рейсе НИС «Академик Сергей Вавилов» [2, 6] и продолжены в 51-й Российской антарктической экспедиции (РАЭ) [7]. В настоящей работе приводятся результаты нового цикла аэрозольных экспериментов, выполненных во время 52-й РАЭ (ноябрь 2006 г. – апрель 2007 г.) с борта НЭС «Академик Федоров». Маршрут рейса проходил по Атлантическому океану (Санкт-Петербург – Кейптаун), затем по Южному океану с подходом к антарктическим станциям Молодежная, Прогресс, Мирный. В этот период (до 31 декабря 2007 г.) с борта судна проводились измерения комплекса интегральных (вся атмосфера) и локальных (приводный слой) характеристик:

- 1) аэрозольная оптическая толщина (АОТ) и общее влагосодержание атмосферы;
- 2) химический, дисперсный состав (счетная концентрация) аэрозоля, массовое содержание в аэрозоле микрокристаллического углерода («сажи»).

На втором этапе эксперименты были разделены: 1) измерения характеристик приводного аэрозоля продолжились на НЭС «Академик Федоров» до 2 февраля 2007 г. – во время перехода по маршруту Мирный – Кейптаун; 2) наблюдения АОТ атмосферы проводились сначала на станции Мирный (январь–март), затем с борта судна – на обратном пути экспедиции по Южному и Атлантическому океану (март–апрель 2007 г.).

1. АЭРОЗОЛЬНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ТОЛЩИНА АТМОСФЕРЫ

Спектральные АОТ и влагосодержание атмосферы W определялись по результатам фотометрирования прямого солнечного излучения (метод прозрачности) в нескольких спектральных участках. В измерениях использовался малогабаритный солнечный фотометр Microtops II [9] в комплекте с измерителем координат – приемником GPS-12. Основные характеристики Microtops II: угол поля зрения $2,5^\circ$; максимумы полос пропускания светофильтров – 0,34; 0,44; 0,67; 0,87; 0,94 мкм; погрешность измерений 1 %. Перед началом экспедиции фотометр Microtops калибровался в GSFC/NASA путем сравнения с фотометром CE-318. Вычисление АОТ и влагосодержания атмосферы выполнялось по стандартным методикам, принятым для глобальной аэрозольной сети AERONET [11]. В частности, влагосодержание атмосферы рассчитывалось по данным измерений солнечной радиации в каналах 0,94 мкм (полоса поглощения водяного пара) и 0,87 мкм.

Фотометрические наблюдения осуществлялись короткими сериями (5–15 замеров), в ситуациях, когда Солнце было открыто от облачности. Для анализа полученных данных использовались средние за час и средние за день значения АОТ атмосферы – τ_λ^a . Для удобства сравнения с результатами других авторов, путем интерполяции данных дополнительно были рассчитаны значения АОТ в области 0,5 мкм – $\tau_{0,5}^*$.

Изменение АОТ по маршруту рейса (рис. 1 а) имеет достаточно большой диапазон – в нем отразились как региональные особенности аэрозольного замутнения, так и временные вариации. Как и следовало ожидать, наибольшие аэрозольные замутнения атмосферы наблюдались в зоне северного пассата (выносы пыли из Сахары). Максимальные значения АОТ в этом районе составили 0,65. Атмосфера Южного полушария в целом отличается более высокой прозрачностью – максимальная величина АОТ не превышала 0,2.

Схожий (с АОТ атмосферы) вид имеет характер изменения влагосодержания атмосферы, но максимальные значения $W = 5–5,5$ г/см³ наблюдаются не в пассатной, а в тропической зоне. Минимальные значения влагосодержания атмосферы – до 0,12 г/см³ были зарегистрированы в Антарктиде. В целом измеренные значения влагосодержания соответствуют многолетним данным и зональному распределению влажности (см., например, [17]).

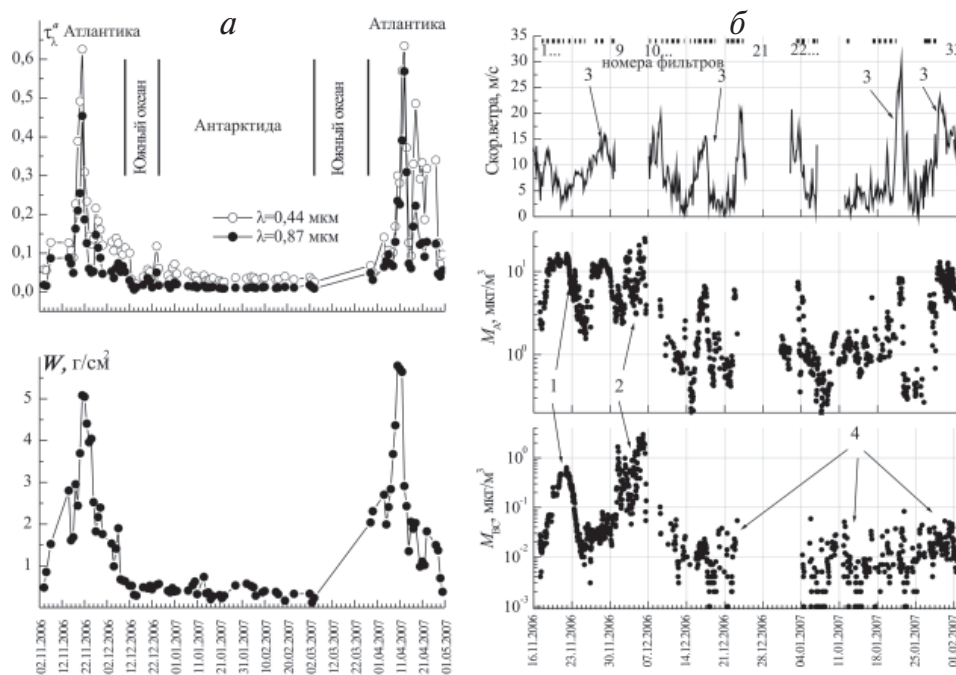


Рис. 1. Вариации исследуемых характеристик аэрозоля в период экспедиции: *a* – τ_{λ}^a и W ; *б* – M_A , M_{BC} и скорость ветра

Напомним, что на пространственное распределение АОТ над океаном оказывают влияние континентальные источники аэрозоля и господствующие циркуляции воздушных масс [1, 5, 16 и др.]. Из-за наличия пространственных неоднородностей статистику вариаций АОТ атмосферы целесообразно рассматривать в рамках отдельных районов. Для анализа результатов, полученных в Южном полушарии, были выделены следующие районы: 1) тропическая и субтропическая зона – до 36° ю.ш. (11 дней измерений); 2) средние широты Южной Атлантики – от 36° до 55° ю.ш. (4 дня); 3) Южный океан – более 55° ю.ш. (9 дней); 4) станция Мирный (32 дня). Средние характеристики АОТ и влагосодержания атмосферы для этих районов приведены в табл. 1.

Если сопоставить данные четырех районов, то в пространственном распределении отчетливо видна тенденция уменьшения аэрозольного замутнения с удалением от экватора. Например, в середине видимого диапазона спектра АОТ атмосферы уменьшается в 5 раз – от 0,147 в тропиках до 0,029 в районе ст. Мирный. Результатами измерений в 52-й РАЭ подтвердилась широтная зависимость АОТ

Таблица 1

Характеристики (среднее \pm СКО) τ_{λ}^a , и W в четырех районах южного полушария

Район	$\tau_{0,34}^a$	$\tau_{0,44}^a$	$\tau_{0,5}^a$	$\tau_{0,67}^a$	$\tau_{0,87}^a$	W , г/см ²
Субтропическая и тропическая зона	–	$0,154 \pm 0,041$	$0,147 \pm 0,040$	$0,134 \pm 0,039$	$0,076 \pm 0,037$	$2,46 \pm 1,17$
Средние широты	–	$0,110 \pm 0,013$	$0,105 \pm 0,012$	$0,096 \pm 0,014$	$0,061 \pm 0,011$	$0,97 \pm 0,62$
Южный океан	$0,068 \pm 0,039$	$0,052 \pm 0,036$	$0,049 \pm 0,033$	$0,024 \pm 0,028$	$0,023 \pm 0,014$	$0,46 \pm 0,10$
Станция Мирный	$0,071 \pm 0,016$	$0,038 \pm 0,011$	$0,029 \pm 0,009$	$0,015 \pm 0,006$	$0,013 \pm 0,004$	$0,39 \pm 0,14$

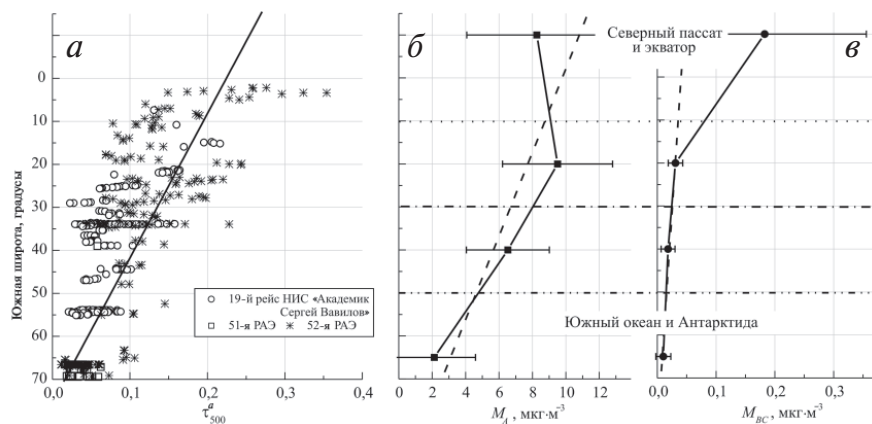


Рис. 2. Широтное изменение АОТ атмосферы (а), массовой концентрации аэрозоля (б) и «сажи» (в)

над океаном в Южном полушарии [7], обусловленная ослаблением влияния дальних переносов континентального аэрозоля, вследствие зональности переносов воздуха и уменьшения площади указанной суши с ростом широты. Для уточнения указанной закономерности были обобщены данные трех экспедиций (19-й рейс НИС «Академик Сергей Вавилов», 51-я и 52-я РАЭ) и построены широтные распределения среднечасовых значений АОТ атмосферы (рис. 2 а).

Расчеты показали, что для модельного описания τ_{λ}^a над Южной Атлантикой может быть использована линейная зависимость от широты φ , которая для середины видимой области спектра имеет вид:

$$\tau_{0,5}^a(j) = \tau_{0,5}^a(0^\circ) - k\varphi^\circ = 0,171 - 0,0021\varphi^\circ.$$

Погрешность данной эмпирической зависимости $\tau_{\lambda}^a(\varphi)$ составляет 0,02.

Таблица 2

Средние АОТ в спектральном диапазоне 0,44–0,5 мкм в Южном океане и на ст. Мирный

Район	52-я РАЭ	Данные других экспедиций
Южный океан	$\tau_{0,5}^a = 0,049$	$\tau_{0,44}^a = 0,058$ (35–55° ю.ш.; 2004 г., [6]) $\tau_{0,5}^a = 0,06$ (46° ю.ш.; Crouzet Isl. / AERONET, [15]) $\tau_{0,5}^a = 0,08$ (41–51° ю.ш.; 1995 г., [12]) $\tau_{0,5}^a = 0,035$ (42–67° ю.ш.; 1981 г., [10]) $\tau_{0,459}^a = 0,097$ (до ~ 50° ю.ш.; 1981–1982 гг., [1]) $\tau_{0,459}^a = 0,039$ (47–65° ю.ш.; 1986–1987 гг., [1])
Станция Мирный	$\tau_{0,5}^a = 0,029$	$\tau_{0,44}^a = 0,038$ (51-я РАЭ, [14]) $\tau_{450}^a = 0,040$ (1984–1985 гг., [1]) $\tau_{500}^a = 0,012 - 0,033$ (среднемесячные в декабре–феврале 1996–2000 гг., [13]) $\tau_{500}^a = 0,015$ (итальянская станция Terra Nova Bay; 2001–2002 гг., [8])

Средние значения АОТ атмосферы в двух высокоширотных районах Южного полушария были сопоставлены с данными других экспедиций (табл. 2). Из приведенных данных следует, что АОТ атмосферы в Южном океане по данным разных авторов варьируют в диапазоне 0,035–0,097, на антарктических станциях в диапазоне 0,012–0,040, а результаты, полученные в 52-й РАЭ, находятся в середине указанных диапазонов.

2. МИКРОСТРУКТУРА АЭРОЗОЛЯ В ПРИВОДНОМ СЛОЕ

Для определения характеристик аэрозоля в приводном слое атмосферы использовалась мобильная аэрозольная станция, разработанная в ИОА СО РАН, в составе:

- автоматизированного фотоэлектрического счетчика частиц (на базе серийного прибора АЗ-5) для измерений их счетной концентрации N (см⁻³);
- модифицированного нефелометра углового рассеяния (на базе прибора типа ФАН) для измерений массовой концентрации аэрозоля M_A (мкг/м³);
- аэталометра для определения массовой концентрации микрокристаллического углерода M_{BC} (мкг/м³).

Характеристики аэрозольной станции приведены, например, в работах [2, 7].

Всего за период экспедиции было проведено около 1000 серий измерений массовой концентрации M_A и M_{BC} в течение 78 дней. На рис. 1 б показана временная изменчивость аэрозольных характеристик в приводном слое атмосферы. Общий диапазон их изменчивости составил: по массовому содержанию аэрозоля $M_A = 0,19 - 25$ мкг·м⁻³; по массовому содержанию микрокристаллического углерода $M_{BC} = 0,001 - 2,9$ мкг·м⁻³.

Для выявления особенностей аэрозольного состава атмосферы в различных районах Атлантического океана был проведен статистический анализ данных (табл. 3) – определены средние, минимальные и максимальные значения и СКО

Таблица 3

Статистические характеристики массовой концентрации аэрозоля и микрокристаллического углерода в приводном слое атмосферы

Экспедиции, районы, периоды наблюдений			M_A , мкг·м ⁻³	M_{BC} , мкг·м ⁻³
52-я РАЭ (НЭС «Академик Федоров»)	Северный пассат и экватор 17.11.06–25.11.06	Среднее	8,3	0,18
		СКО	4,2	0,17
		Мин.	1,8	0,004
		Макс.	16,2	0,63
	Южная Атлантика 25.11.06–30.11.06	Среднее	9,5	0,03
		СКО	3,3	0,01
		Мин.	1,6	0,003
		Макс.	13,6	0,1
	Кейптаун 01.12.06–06.12.06	Среднее	7,2	0,6
		СКО	4,6	0,7
		Мин.	2,4	0,02
		Макс.	25,0	3,0
Южный океан 09.12.06–30.01.07	Среднее	2,1	0,01	
	СКО	2,5	0,01	
	Мин.	0,2	0,001	
	Макс.	13,0	0,1	
19-й рейс НИС «Академик Сергей Вавилов»	Северный пассат 21.10.04–25.10.04	Среднее	–	0,19
		СКО	–	0,14
	Южный океан 09.11.04–01.12.04	Среднее	–	0,04
		СКО	–	0,02

для районов, условно обозначенных: «Северный пассат и экватор»; «Южная Атлантика»; «Кейптаун»; «Южный океан».

На рис. 1 б хорошо видно существенное увеличение концентраций M_A и M_{BC} до значений 16 и 0,6 мкг·м⁻³ соответственно в период прохождения судна через зону выносов пылевого аэрозоля из Сахары (отмечено стрелками 1). Средние значения характеристик в районе Северного пассата составили $M_A = 8,3$ мкг·м⁻³ и $M_{BC} = 0,18$ мкг·м⁻³. Увеличение концентрации аэрозоля и значительные флуктуации M_A и M_{BC} наблюдались и при подходе судна к побережью Южной Африки в районе порта Кейптаун (стрелки 2).

Следует также отметить согласованное изменение массовой концентрации аэрозоля и скорости ветра в штормовых условиях (стрелки 3). Для массовой концентрации микрокристаллического углерода такой связи не наблюдается. Этот факт свидетельствует о том, что морской аэрозоль, генерируемый в штормовых ситуациях, не содержит «сажи».

Минимальное содержание аэрозоля наблюдалось в Южном океане и вблизи Антарктиды (стрелки 4). Средние значения концентраций аэрозоля и микрокристаллического углерода здесь составили 2,1 и 0,01 мкг·м⁻³ соответственно.

Для сравнения в табл. 3 представлены также результаты аналогичных исследований в 19-м рейсе НИС «Академик Сергей Вавилов» (2004 г.). Видно, что средние значения концентраций в районе Северного пассата, полученные в 2004 и в 2006 гг., хорошо согласуются между собой. Концентрация M_{BC} в Южном океане в 2004 г. несколько выше данных 52-й РАЭ. Это объясняется тем, что измерения в 19-м рейсе НИС «Академик Сергей Вавилов» проводились на широтах не более 55° ю.ш., а в период 52-й РАЭ – ближе к Антарктиде.

В пространственном распределении M_A и M_{BC} (см. рис. 2 б, в) подтвердилась отмеченная ранее [7] широтная зависимость – уменьшение концентрации аэрозоля и микрокристаллического углерода по мере продвижения от тропиков к Антарктиде. (Данные, полученные в порту Кейптаун, при анализе широтного хода были исключены.)

3. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АЭРОЗОЛЯ

Для исследования химического состава приводного аэрозоля проводились заборы проб воздуха на фильтры Whatman с использованием аспиратора. Последующий химический анализ аэрозольных проб заключался в определении ионного состава растворимой фракции аэрозоля с использованием методов атомной абсорбции, ионной хроматографии и колориметрии. Статистические данные о концентрациях различных ионов в составе растворимой фракции приводного аэрозоля приведены в табл. 4.

Таблица 4

Средние значения, СКО, минимальные и максимальные значения концентрации различных ионов в составе приводного аэрозоля (52-я РАЭ)

Ион	Среднее, мкг·м ⁻³	СКО, мкг·м ⁻³	Мин., мкг·м ⁻³	Макс., мкг·м ⁻³	Количество измерений
Cl ⁻	6,04	6,36	1,06	32,4	33
Na ⁺	3,03	3,54	0,341	17,9	33
Mg ²⁺	0,212	0,359	0,004	1,73	33
K ⁺	0,183	0,184	0,035	0,746	33
Ca ²⁺	0,310	0,640	0,012	3,23	26
SO ₄ ²⁻	1,77	3,12	0,341	18,2	33
NO ₃ ⁻	0,357	0,628	0,025	2,73	33
NH ₄ ⁺	0,817	0,334	0,418	2,35	33
Br ⁻	2,18	2,89	0,355	7,21	5

Сопоставление полученных данных с нашими результатами в акваториях других морей [2–4] показало, что концентрации практически всех ионов (за исключением NH_4^+ и Br^-) в Южной Атлантике существенно ниже. Прежде всего это относится к ионам морского происхождения (Na^+ , Cl^- , K^+ , Mg^{2+}) и некоторым ионам континентального происхождения (SO_4^{2-} , Ca^{2+} , NO_3^-). Так, в акватории Белого моря наблюдалось более высокое, в сравнении с Атлантикой, содержание «континентальных» ионов (SO_4^{2-} , Ca^{2+} , NO_3^- , NH_4^+). Это можно объяснить географическим положением Белого моря, которое, по существу, является внутренним и окружено континентальными источниками аэрозоля. Повышенные концентрации ионов морского происхождения (Na^+ , Cl^- , K^+ , Mg^{2+}) в Южной Атлантике по данным 19-го рейса НИС «Академик Сергей Вавилов» [2, 3], скорее всего, являлись следствием более высоких значений скорости ветра и волнения морской поверхности в тот период исследований.

На рис. 3 представлено пространственное распределение суммы ионов и суммы металлов для растворимой части приводного аэрозоля. Максимальные значения концентраций сумм ионов и металлов были зарегистрированы в северной субтропической зоне. В Южном полушарии суммарные концентрации ионов и металлов в приводном слое варьируют незначительно и находятся на уровне фоновых значе-

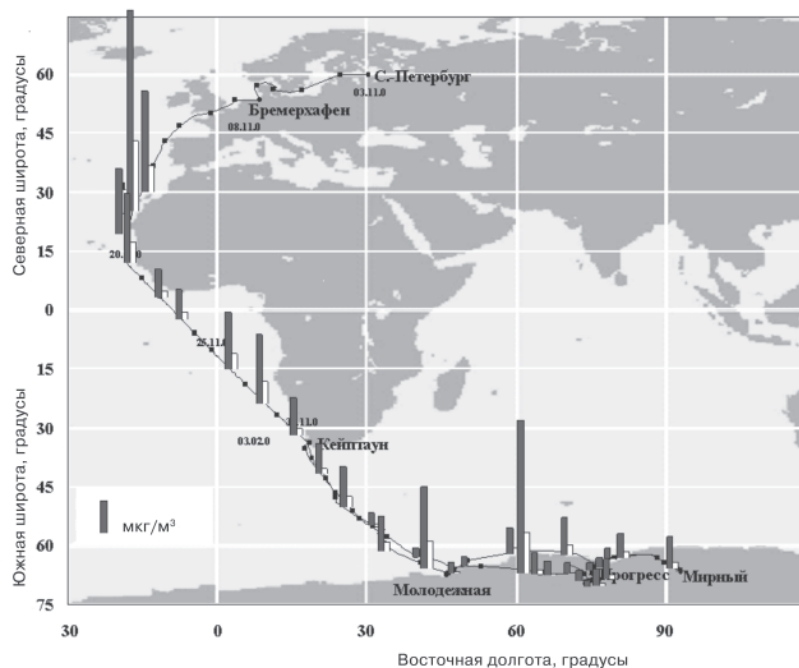


Рис. 3. Распределение по маршруту рейса суммы ионов (темные столбики) и суммы металлов (светлые столбики) для растворимой части приводного аэрозоля

ний для Мирового океана. Исключение представляют высокие значения концентраций, обнаруженные во время измерений вблизи Антарктиды между станциями Молодежная и Прогресс. Всплеск концентраций в этот период, возможно, был связан с особенностями генерации аэрозоля в штормовых условиях в зоне айсбергов.

Статья подготовлена в рамках работ по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы океанологии: физика, геология,

биология, экология», Подпрограмме «Изучение и исследование Антарктики» ФЦП «Мировой океан» и проекта Международного полярного года 2007/08 «POLAR-AOD: a network to characterize the means, variability, and trends of the climate-forcing properties of aerosols in polar regions» («Климатообразующие свойства аэрозоля в полярных регионах: средние значения, параметры изменчивости и тренды»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бартенева О.Д., Никитинская Н.И., Сакунов Г.Г., Веселова Л.К. Прозрачность толщи атмосферы в видимой и ИК-области спектра. Л.: Гидрометеоздат, 1991. 224 с.
2. Польшин В.В., Голобокова Л.П., Погодаева Т.В., Козлов В.С., Коробов В.Б., Лисицын А.П., Панченко М.В., Пескова М.А., Ходжер Т.В., Шевченко В.П. Состав аэрозолей приполярного слоя атмосферы над Белым морем во второй половине августа 2003 и 2004 гг. // Фундаментальные исследования океанов и морей. Кн. 2. М.: Наука, 2006. С. 413–439.
3. Польшин В.В., Голобокова Л.П., Стецюра Т.Ю., Панченко М.В., Ходжер Т.В. Сравнение ионного состава аэрозольных проб в различных районах мирового океана // XIII Рабочая группа «Аэрозоли Сибири»: Тезисы докладов. Томск: Изд. ИОА СО РАН, 2006. С. 5–6.
4. Польшин В.В., Панченко М.В., Голобокова Л.П. Ионный состав приполярного аэрозоля Белого моря в августе 2003–2006 гг. // Оптика атмосферы и океана. 2007. Т. 20. № 11. С. 988–1003.
5. Сакерин С.М., Кабанов Д.М. Пространственное распределение аэрозольной компоненты прозрачности атмосферы над Атлантическим океаном // Оптика атмосферы и океана. 1999. Т. 12. № 2. С. 99–104.
6. Сакерин С.М., Кабанов Д.М., Смирнов А.В., Холбен Б.Н., Слуцкер И., Гилес Д., Копелевич О.В. Вариации аэрозольной оптической толщи атмосферы в Южной Атлантике // Фундаментальные исследования океанов и морей. Кн. 1. М.: Наука, 2006. С. 127–145.
7. Сакерин С.М., Кабанов Д.М., Панченко М.В., Польшин В.В. О широтной зависимости и взаимосвязях характеристик аэрозоля в атмосфере Южной Атлантики // Оптика атмосферы и океана. 2006. Т. 19. № 7. С. 611–621.
8. Di Carmine C., Campanelli M., Nakajima T., Tomasi C., Vitale V. Retrievals of Antarctic aerosol characteristics using a Sun-sky radiometer during the 2001–2002 austral summer campaign // J. Geophys. Res. 2005. Vol. 110. D13202, doi:10.1029/2004JD005280.
9. Holben B.N., Eck T.F., Slutsker I., Tanre D., Buis J.P., Setzer A., Vermote E., Reagan J.A., Kaufman Y.J., Nakajima T., Lavenu F., Jankowiak I., Smirnov A. AERONET – A federated instrument network and data archive for aerosol characterization // Rem. Sens. Env. 1998. Vol. 66. № 1. P. 1–16.
10. Matsubara K., Ohata T., Kawaguchi S. Turbidity over the Indian Ocean // Proceedings of the Fifth Symposium on Polar Meteorology and Glaciology, 1983, Special Issue 29. Memoirs of the National Institute of Polar Research. P. 77–84.
11. Morys M., Mims III F.M., Hagerup S., Anderson S.E., Baker A., Kia J., Walkup T. Design, calibration, and performance of MICROTOPS II handheld ozone monitor and Sun photometer // J. Geophys. Res. 2001. Vol. 106. № D13. P. 14573–14582.
12. Quinn P.K., Bates T.S. Regional aerosol properties: Comparison of boundary layer measurements from ACE 1, ACE 2, Aerosols 99, INDOEX, ACE Asia, TARFOX and NEAQS // J. Geophys. Res. 2005. Vol. 110. D14202, doi: 10.1029/2004JD004755.
13. Radionov V.F., Lamakin M.V., Herber A. Changes in the aerosol optical depth of the Antarctic Atmosphere // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2002. Vol. 38. № 2. P. 179–183.
14. Sakerin S.M., Smirnov A.M., Kabanov D.M., Turchinovich Yu.S., Holben B.N., Radionov V.F., Slutsker I. Ship-based aerosol optical depth measurements near Antarctica // AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, December 11–15, 2006 (Eos Trans. AGU, 87(52), Fall Meet. Suppl., Abstract A53C–0202).
15. Sakerin S.M., Kabanov D.M., Smirnov A.V., Holben B.N. Aerosol optical depth of the atmosphere over ocean in the wavelength range 0,37–4 m // Int. J. Remote Sens. (2008, in press).

16. Smirnov A., Holben B.N., Kaufman Y.J., Dubovik O., Eck T.F., Slutsker I., Pietras C., Halthore R.N. Optical Properties of Atmospheric Aerosol in Maritime Environments // Journal of the Atmospheric Sciences. 2002. Vol. 59. № 3. Part 1. P. 501–523.

17. Tuller S.E. World distribution of mean monthly and annual precipitable water // Monthly Weather Review. 1968. Vol. 96. № 1. P. 785–797.

S.M.SAKERIN, D.M.KABANOV, V.S.KOZLOV, M.V.PANCHENKO, V.V.POLKIN,
A.B.TIKHOMIROV, N.I.VLASOV, V.F.RADIONOV, A.V.SMIRNOV, B.N.HOLBEN,
I.A.SLUTSKER, L.P.GOLOBOKOVA

RESULTS OF THE STUDIES OF AEROSOL CHARACTERISTICS IN 52nd RAE

We consider the results of the studies in 52nd Russian Antarctic Expedition; the studied atmospheric aerosol characteristics were: the number concentration and ion composition of soluble aerosol fraction, mass content of aerosol and microcrystalline carbon («soot») in the near-water atmospheric layer, as well as aerosol optical depth (AOD) and total moisture content of the atmosphere. The statistical data of aerosol characteristics for four studied regions are presented. The maximum values for all characteristics were recorded in the region of north trade wind, and the smallest values near the Antarctic coast. The mean characteristics near Russian Antarctic stations were: 0,029 (0,5 m) for atmospheric AOD; 0,39 g/cm² for moisture content; 2,1 g·m⁻³ for aerosol mass content; and 0,01 g·m⁻³ for «soot» mass concentration.

We note that the spatial distributions of AOD and aerosol and «soot» mass concentration in the southern hemisphere show the latitudinal dependence, i.e., the decrease of the values from equator toward Antarctic coast. For two regions (South Ocean and Antartics) we compare the atmospheric AOD, measured in the 52nd RAE, with the data of other studies and indicate good agreement of the results.

The statistical characteristics of the chemical composition of the near-water aerosol in the atmosphere of South Atlantic are presented. The mean concentrations of ions of soluble aerosol fraction were: 3,03 for Na⁺; 6,03 for Cl⁻; 0,183 for K⁺; 0,212 for Mg²⁺; 0,31 for Ca²⁺; 1,77 for SO₄²⁻; 0,357 for NO₃⁻; 0,817 for NH₄⁺; and 2,183 g·m⁻³ for Br⁻.