

В.В. Польшкин¹, М.В. Панченко¹, Л.П. Голобокова²

Ионный состав приводного аэрозоля Белого моря в августе 2003–2006 гг.

¹Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

²Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

Поступила в редакцию 18.07.2007 г.

Обсуждаются результаты научных исследований химического состава, счетной концентрации и микро-структуры приводного аэрозоля Белого моря, полученные в августе каждого года (2003–2006 гг.) на борту НИС «Профессор Штокман». Объем полученных данных для различных районов Белого моря позволяет более полно и корректно оценивать ионный состав аэрозольного вещества, исследовать взаимосвязи отдельных химических элементов (ионов) с дисперсностью аэрозольных частиц.

Введение

Атмосфера является одним из важных каналов обмена и перераспределения аэрозольного вещества в северных широтах Земли.

Чрезвычайно важным становится изучение пространственно-временной изменчивости параметров аэрозольных частиц приводного слоя морской атмосферы, а также связи химического состава с дисперсностью аэрозоля. С этой целью в различных районах Белого моря на протяжении ряда лет (с 2003 по 2006 г.) в августе каждого года на борту НИС «Профессор Штокман» выполнялись исследования микроструктуры, счетной концентрации, химического состава аэрозоля [1–5].

Объем полученных данных в разные годы и для различных районов Белого моря позволяет более полно и корректно оценивать ионный состав приводного аэрозоля, делать статистически значимые выводы.

1. Аппаратура и методики исследования

Исследование дисперсного состава аэрозоля осуществлялось с помощью автоматизированного фотоэлектрического счетчика частиц типа АЗ-5 (256 измерительных диапазонов по размерам частиц от 0,4 до 10 мкм в диаметре). Заборное устройство АЗ-5 располагалось по левому борту судна в лаборатории на высоте около 4 м от водной поверхности. Измерения проводились круглосуточно каждый час.

Отбор проб аэрозольного вещества для определения химического состава растворимой фракции аэрозоля производился на двух установках – стандартном аспираторе частиц и 3-каскадном импакторе на фильтры Whatman. Для прокачки воздуха использовалась воздуходувка модели 822 производительностью 20 л/мин в канале аспиратора

и 5 л/мин в канале импактора. Установка для отбора проб аэрозоля располагалась на пеленгаторной палубе в зоне минимального искажающего воздействия судна. В каскадном импакторе поочередно устанавливались три каскада с диаметрами отверстий $d_1=7,9$, $d_2=5,0$, $d_3=3,2$ мм. Не осевшие на препятствие частицы, прошедшие через очередной каскад импактора, собирались на фильтры. В импакторе производился также контрольный забор пробы на фильтр при отсутствии каскада, т.е. без осаждения аэрозоля на препятствие. Периодичность отбора проб аэрозоля на фильтры аспиратора составляла 1–2 раза в сутки. Параллельно проводился отбор проб аэрозоля импактором. Длительность отбора проб аэрозоля на фильтры аспиратора составляла от 4 до 14 ч, на фильтры импактора – от 1,5 до 3 ч на один каскад.

Определение концентраций ионов: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , и измерение величины рН водорастворимой фракции аэрозоля проводились в лабораторных условиях. Определение химического состава растворимой фракции аэрозольного вещества осуществлялось с использованием современных аналитических методов: высокоэффективной жидкостной хроматографии, потенциометрического метода, метода атомной абсорбции и спектрофотометрии, описанных в [6].

2. Объем и характеристика полученных данных

В период с 2003 по 2006 г. выполнялись исследования пространственно-временной изменчивости химического состава аэрозоля в приводной морской атмосфере – 55, 64, 71, 80-й рейсы НИС «Профессор Штокман». За четыре рейса в акватории Белого моря было проведено около 1500 серий микрофизических измерений, произведены заборы проб аэрозоля на 48 фильтров аспиратора и 174 фильтра импактора.

Карта-схема забора проб по маршрутам следования судна для всего периода измерений 2003–2006 гг. представлена на рис. 1.

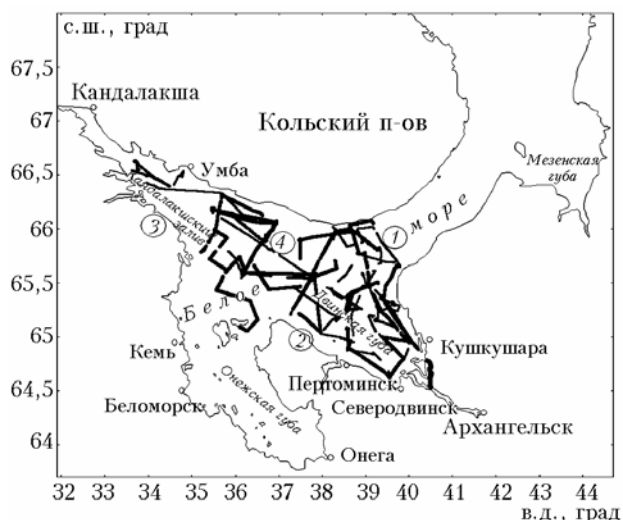


Рис. 1. Карта-схема 55, 64, 71 и 80-го рейсов НИС «Профессор Штокман» с указанием участков забора проб аэрозоля аспиратором и импактором

Жирными кривыми отмечены участки отбора проб аэрозоля аспиратором и импактором, цифрами – условные районы.

3. Анализ экспериментальных данных

3.1. Средние значения концентраций ионов

Статистический анализ концентраций ионов проводился по массиву данных аспиратора как наиболее достоверному и представительному в отличие от данных импактора. Через фильтры аспиратора прокачивалось до 18 м^3 воздуха, а на один каскад импактора приходилось менее 1 м^3 воздуха, поэтому точность определения концентраций для аспиратора значительно выше, чем для импактора.

В таблице приводятся результаты статистической обработки данных по ионному составу, полученных с помощью аспиратора за все рейсы.

Данные по ионному составу аэрозоля, полученные с помощью аспиратора за все рейсы 2003–2006 гг.

Ион	Среднее значение, $\text{мкг} \cdot \text{м}^{-3}$	СКО	Минимальное значение, $\text{мкг} \cdot \text{м}^{-3}$	Максимальное значение, $\text{мкг} \cdot \text{м}^{-3}$	Количество измерений
Cl^-	7,469	7,244	1,849	36,43	46
Na^+	3,832	3,465	0,840	17,37	46
Mg^{2+}	0,334	0,532	0,020	2,170	43
K^+	0,222	0,188	0,040	0,859	46
Ca^{2+}	0,656	0,885	0,040	3,960	46
SO_4^{2-}	3,275	2,652	0,404	14,55	46
NO_3^-	0,626	0,333	0,120	1,327	46
NH_4^+	0,885	0,810	0,030	2,670	46
HCO_3^-	1,685	1,268	0,320	4,473	14

Из анализа исключены данные, которые были выбракованы вследствие явного попадания брызг

Ионный состав приводного аэрозоля Белого моря в августе 2003–2006 гг.

7. Оптика атмосферы и океана, № 11.

морских волн на фильтрующий материал. Сравнение средних значений, полученных в наших исследованиях [7], с данными других авторов показало хорошее согласие между абсолютными концентрациями ионов Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} морского происхождения. Различие отмечается в повышенных значениях концентраций ионов Ca^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ для Белого моря. При сравнении с данными для Тихого и Индийского океанов [8, 9] эти различия могут доходить для Ca^{2+} до 3,4 раза, для SO_4^{2-} до 2,9 раза, для NO_3^- до 1,5 раза, для NH_4^+ до 2 раз. Эти различия объясняются тем, что Белое море является фактически внутренним, подверженным более мощному влиянию континентальных источников по сравнению с другими акваториями Мирового океана.

3.2. Вариации концентраций ионов по районам в разные годы

Вследствие большого различия в абсолютных значениях между средними величинами концентраций ионов рассмотрим вариации отношения среднеквадратических отклонений к средним значениям концентраций ионов, которые представлены на рис. 2.

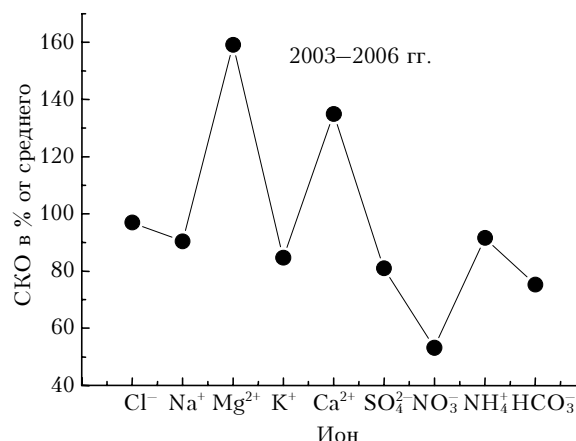


Рис. 2. Процентные значения СКО от среднего для ионов, полученных по всему массиву измерений 2003–2006 гг.

Результат приводится в процентах от средних величин по всему массиву измерений 2003–2006 гг. Видно, что максимальные вариации концентраций элементов приходятся на ионы Mg^{2+} и Ca^{2+} (около 160 и 135% соответственно). Минимальные наблюдаются для NO_3^- (53%). Относительная изменчивость остальных ионов занимает промежуточное положение и изменяется в пределах от 75 до 97%.

Рассмотрим вариации массовых концентраций ионов по районам Белого моря. На рис. 3 приводятся процентные вариации V массовых концентраций ионов от средних значений за все рейсы 2003–2006 гг. для выбранных районов измерений.

Вариации V рассчитывались по следующей формуле:

$$V = 100 \cdot NX / NX_{cp} - 100,$$

где NX – средняя концентрация химического элемента для года и района; NX_{cp} – среднее значение

концентрации химического элемента за все рейсы 2003–2006 гг.

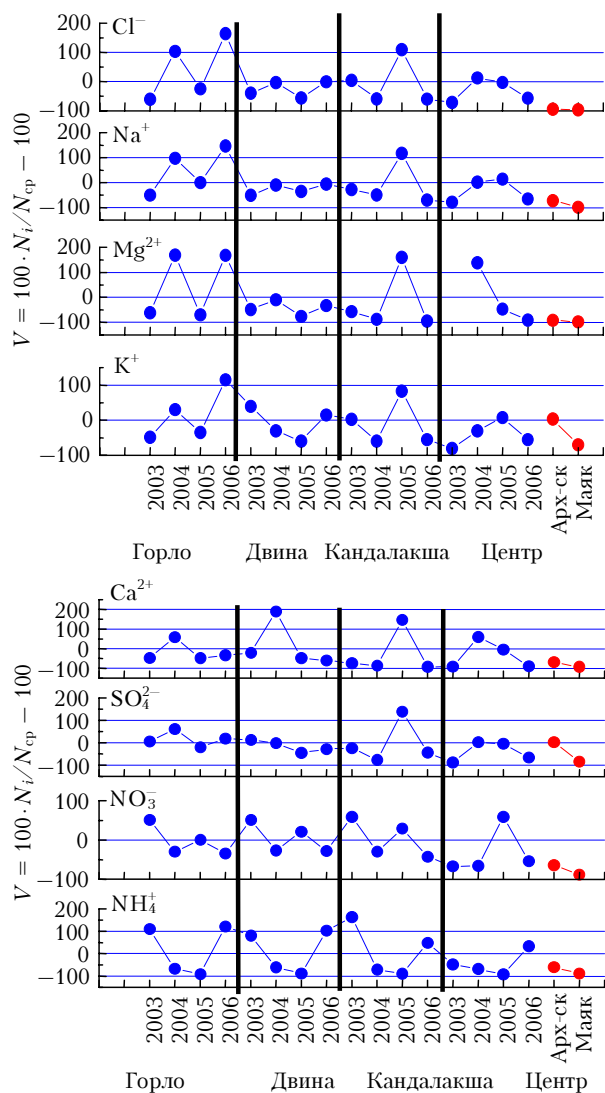


Рис. 3. Вариации концентраций ионов N_i , представленные в процентах от средней величины за 2003–2006 гг., по годам и районам

Были выбраны три района Белого моря (см. рис. 1), которые с большой вероятностью подвержены влиянию континентальных источников. Эти районы условно обозначены: 1) «Горло» (9 фильтров) – участки забора проб в районах, прилежащих к сужению Белого моря в сторону Мезенской губы и к выходу к Баренцеву морю; 2) «Двина» (13 фильтров) – участки забора проб в Двинской губе; 3) «Кандалакша» (13 фильтров) – участки забора проб в Кандалакшском заливе. Цифрой 4 на рис. 1 отмечен центральный район Белого моря, наименее подверженный влиянию континентальных источников – «Центр» (11 фильтров). Для сравнения приводятся данные, полученные на континенте в районе Архангельска (район Летнего берега Двинского залива Белого моря) – «Архангельск» (3 фильтра) и в районе Унского маяка (Морская

гидрометеорологическая станция «Унский маяк») – «Маяк» (11 фильтров).

Для района «Горло» отмечаются максимальные вариации концентраций ионов Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , характерные для морской воды наибольшие отклонения от средних значений достигают 164, 146, 169% соответственно. В этом районе отмечаются наибольшие значения скорости ветра (18–20 м/с) и баллы волнения морской поверхности (до 6 баллов), что, естественно, способствовало повышенной генерации солевого аэрозоля с морской поверхности. Значение вариации V , усредненной по всем ионам и годам для этого района, составило 71%.

Район «Двина» характеризуется тем, что во все периоды наблюдений концентрации ионов Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , присущие главным образом морскому солевому аэрозолю, мало отличались от средних значений. В то же время для этого района наблюдаются максимальные вариации концентраций ионов Ca^{2+} в 2004 г. (около 200%), поэтому повышенное содержание кальция в этом случае можно объяснить только влиянием континентальных источников аэрозоля.

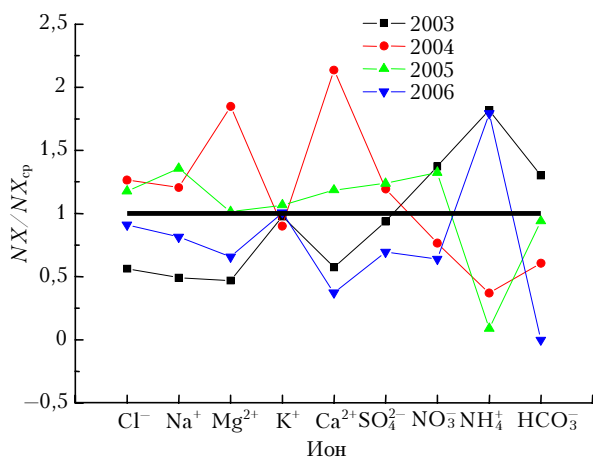
Среди всех районов максимальные значения вариации V , усредненной по всем ионам и годам, приходится на район «Кандалакша» и составляют 76%. Для этого района в 2005 г. наблюдались вариации концентраций, близкие к максимальным практически для всех ионов, исключая нитраты и аммоний. Принимая во внимание то, что эти два иона являются характерными для континентальных источников, следует полагать, что наличие максимума концентрации для остальных ионов вызвано повышенной генерацией морского аэрозоля.

Минимальные значения вариации концентраций ионов V по абсолютным значениям для всех экспедиций приходится на районы «Центр» – 60% и «Двина» – 40%.

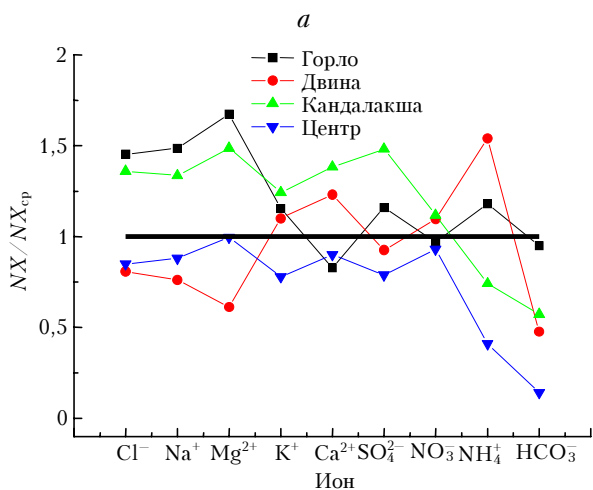
Вариация V , усредненная по всем ионам и районам, составила для 2003, 2004, 2005 и 2006 гг. соответственно 57, 67, 61 и 71%.

3.3. Ионный состав и его связь с соотношением мелкодисперсных и грубодисперсных частиц

Анализ связи ионного состава с дисперсностью аэрозоля проводился с использованием интегрального параметра, введенного нами в [10], который рассчитывался как отношение концентрации субмикронной фракции к грубодисперсной $N_{\text{св6}}/N_{\text{гр}} = N(r = 0,2 \div 0,5)/N(r = 0,5 \div 1 \text{ мкм})$. Данные о концентрациях получены с помощью фотоэлектрического счетчика частиц аэрозоля АЗ-5. На рис. 4 эти данные приведены в виде таблиц, где представлены значения $N_{\text{св6}}/N_{\text{гр}}$, $N_{\text{св6}}$ и $N_{\text{гр}}$, осредненные по районам и для экспедиции каждого года. Показаны также зависимости отношений средних значений концентраций ионов NX для конкретного района и года к средним значениям концентраций $NX_{\text{ср}}$, полученным для всего массива измерений 2003–2006 гг.



Год	$N_{\text{суб}}/N_{\text{гр}}$	$N_{\text{суб}}, \text{см}^{-3}$	$N_{\text{гр}}, \text{см}^{-3}$
2003	46,1	22,7	0,59
2004	9,95	20,4	3,4
2005	18,8	15,9	1,27
2006	14,8	12,9	1,75



Район	$N_{\text{суб}}/N_{\text{гр}}$	$N_{\text{суб}}, \text{см}^{-3}$	$N_{\text{гр}}, \text{см}^{-3}$
Горло	22,5	22,0	1,98
Двина	28,6	21,7	1,37
Кандалакша	15,1	9,94	1,23
Центр	14,3	15,0	1,63

Рис. 4. Отношение средних значений концентраций ионов NX для разных лет (а) и районов (б) к средним значениям концентраций $NX_{\text{ср}}$, полученным для всего массива измерений 2003–2006 гг.

Для 2003 и 2006 гг. оказались самыми низкими значения $NX/NX_{\text{ср}}$ для ионов морского происхождения Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , а также ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} , и самыми высокими значения $NX/NX_{\text{ср}}$ для NO_3^- , NH_4^+ — ионов, характерных для континента. При этом для 2003 г. получены самые высокие значения $N_{\text{суб}}/N_{\text{гр}}$, $N_{\text{суб}}$ и самые низкие $N_{\text{гр}}$. Эти факты свидетельствуют о том, что ионный состав и форма функции распределения частиц по размерам наиболее соответствуют континентальному аэрозолю.

Для 2004 и 2005 гг. (относительно 2003 и 2006 гг.) наблюдается обратная картина по ионному составу

и поведению отношения $N_{\text{суб}}/N_{\text{гр}}$. И следовательно, ионный состав и форма функции распределения частиц по размерам ближе к морскому аэрозолю.

Для района «Горло» анализ поведения отношений $NX/NX_{\text{ср}}$ (рис. 4, б) показывает, что здесь наблюдаются самые высокие, относительно среднего, концентрации ионов морского происхождения Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , повышенные значения концентрации кальция, SO_4^{2-} , NH_4^+ и самые низкие концентрации кальция. Район «Горло» отличается от остальных районов самыми высокими значениями параметров $N_{\text{суб}}/N_{\text{гр}}$, $N_{\text{суб}}$ и $N_{\text{гр}}$ (форма функции распределения частиц по размерам ближе к континентальному аэрозолю). Следует отметить, что для этого района характерным является наличие больших скоростей ветра и баллов волнения морской поверхности. Это приводит к повышенному содержанию в химическом составе ионов морского происхождения, а в спектре размеров — повышенной, относительно других районов, счетной концентрации частиц аэрозоля для всего рабочего диапазона размеров фотоэлектрического счетчика.

Район «Кандалакша» характеризуется самыми высокими значениями концентраций ионов калия, кальция, сульфатов и нитратов, высокими средними значениями концентраций ионов морского происхождения Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , но низкими значениями NH_4^+ и HCO_3^- . Для этого района величина $N_{\text{суб}}$ ниже, чем для района «Горло», а значение $N_{\text{гр}}$ близко к значениям $N_{\text{гр}}$ в других районах. Поэтому функция распределения частиц по размерам для этого района ближе по форме к морскому аэрозолю.

Самые высокие концентрации NH_4^+ обнаружены в районе «Двина». Этот район отличается высокими концентрациями K^+ , Ca^{2+} и NO_3^- — ионов, характерных для континентальных источников, и самыми низкими концентрациями Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} — ионов, характерных для морской воды. В этом районе значение $N_{\text{гр}}$ — низкое при высоком значении $N_{\text{суб}}$, поэтому форма функции распределения частиц по размерам — самая близкая к континентальной.

В центральных районах Белого моря (район «Центр») для ионов K^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ и HCO_3^- наблюдаются самые низкие, а для остальных ионов — ниже среднего значения концентрации. Значения $N_{\text{гр}}$ здесь высокие, $N_{\text{суб}}$ — низкие, поэтому отношение $N_{\text{суб}}/N_{\text{гр}}$ самое низкое из всех районов и, следовательно, форма функции распределения частиц по размерам — самая близкая к морской.

3.4. Оценка связи ионного состава с дисперсностью частиц по данным импактора

Использование импактора позволяет оценивать содержание ионов в аэрозольных фракциях различных размеров. Эффективность осаждения на первом каскаде (диаметр отверстия $d_1 = 7,9$ мм) для частиц $r > 0,5$ мкм составила примерно 25%, для частиц $r > 0,6$ мкм на втором каскаде ($d_2 = 5$ мм) —

40% и для частиц $r > 0,9$ мкм на третьем каскаде ($d_3 = 3,2$ мм) – 60%.

Середина границы раздела аэрозольных частиц по фракциям лежит в области $r = 0,4 \div 0,5$ мкм [3]. При анализе данных обратим внимание на сильные различия в концентрациях ионов для разных каскадов импактора, которые означают, что ион находится главным образом в диапазоне грубодисперсных частиц радиусами больше $0,4 \div 0,5$ мкм. Отсутствие различий в концентрациях означает, что ион принадлежит к мелкодисперсной фракции радиусами меньше $0,4 \div 0,5$ мкм. Если эти различия малы, то ион находится как в мелкодисперсной, так и в грубодисперсной фракциях.

Для всех рейсов 2003–2006 гг. были рассчитаны средние значения концентраций ионов, полученных для разных каскадов импактора (рис. 5).

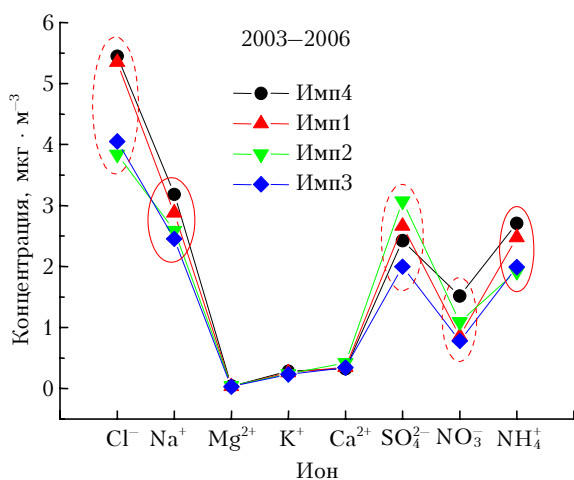


Рис. 5. Средние значения по всему массиву данных 2003–2006 гг. массовых концентраций ионов для разных каскадов импактора: «Имп4» – забор пробы на фильтр без предварительного осаждения на каскаде; «Имп1» – первый, «Имп2» – второй; «Имп3» – третий каскады

Некоторую неравномерность в разделении концентраций ионов по каскадам можно объяснить одновременностью забора проб при наличии неоднородности концентрации аэрозоля по трассе измерений.

Анализ рис. 5 показал, что ионы Cl⁻ и Na⁺, характерные для морской воды, преимущественно содержатся в грубодисперсной фракции частиц аэрозоля. Ионы, характерные для континентального аэрозоля, – SO₄²⁻, NH₄⁺ и NO₃⁻, присутствуют как в грубодисперсной, так и в мелкодисперсной фракциях частиц. Ионы Mg²⁺, K⁺ и Ca²⁺ присутствуют главным образом в мелкодисперсной фракции.

Заключение

Суммируя результаты исследования вариаций концентраций ионов, связей ионного и дисперсного состава для разных районов и в разные временные отрезки, можно сделать следующие выводы.

Основные различия средних концентраций ионов растворимой фракции приводного аэрозоля

Белого моря по сравнению с аэрозолем в других районах Мирового океана заключаются в повышенных значениях концентраций ионов континентального происхождения Ca²⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺. Максимальные различия могут доходить до 3,4; 2,9; 1,5 и 2 раз соответственно. Максимальные вариации концентраций элементов приходится на ионы Mg²⁺ и Ca²⁺ (160 и 135% соответственно), минимальные на NO₃⁻ (53%). Вариации остальных ионов занимают промежуточные значения и изменяются менее чем в 2 раза.

Высокие значения скорости ветра (до 18–20 м/с) и волнения морской поверхности (до 6 баллов) приводят к усилению генерации аэрозольных частиц морского происхождения по всему спектру размеров диапазона чувствительности фотоэлектрического счетчика АЗ-5 (> 0,2 мкм по радиусу). Это приводит к повышению концентрации ионов Cl⁻, Na⁺, Mg²⁺, увеличению концентрации частиц субмикронного $N_{\text{суб}}$ ($r = 0,2 \div 0,5$ мкм), грубодисперсного $N_{\text{гр}}$ ($r = 0,5 \div 1$ мкм) диапазонов и их соотношения $N_{\text{суб}}/N_{\text{гр}}$.

Ионы морского происхождения Cl⁻ и Na⁺ содержатся преимущественно в грубодисперсной фракции частиц аэрозоля. В мелкодисперсной фракции главным образом присутствуют Mg²⁺, K⁺ и Ca²⁺. Ионы, характерные для континентального аэрозоля, – SO₄²⁻, NH₄⁺ и NO₃⁻, присутствуют как в грубодисперсной, так и в мелкодисперсной фракциях частиц.

Районами, подверженными влиянию континентальных источников, в том числе и антропогенных, можно считать прибрежные участки акватории Белого моря. Центральные районы, удаленные от береговых, можно считать относительно чистыми и слабоподверженными влиянию континентальных источников.

Авторы благодарят А.П. Лисицына и В.П. Шевченко за организационную работу в проведении экспериментов, экипаж НИС «Профессор Штокман» за создание благоприятных условий проведения экспедиций, В.С. Козлова, А.Б. Тихомирова и Вас.В. Полькина за участие в отдельных измерениях, Т.В. Погодаеву и И.Н. Дюлю за участие в обработке фильтров.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы океанологии: физика, геология, биология, экология» и при финансовой поддержке гранта РФФИ № 06-05-6439.

1. Полькин В.В., Голобокова Л.П., Козлов В.С., Коробов В.Б., Лисицын А.П., Панченко М.В., Пескова М.А., Шевченко В.П., Ходжер Т.В. Исследования микрофизического и химического составов аэрозоля в 55-м рейсе НИС «Профессор Штокман» // X Рабочая группа «Аэрозоли Сибири»: Тезисы докл. Томск, 2003. С. 17.
2. Полькин В.В., Полькин В.В., Панченко М.В., Козлов В.С., Лисицын А.П., Шевченко В.П. Аэрозольные исследования в 55-м рейсе НИС «Профессор Штокман» в Белое море // XV Междунар. науч.

- школа по морской геологии «Геология морей и океанов», 17–21 ноября 2003 г. М.: ГЕОС, 2003. Т. 2. С. 112–113.
3. *Полькин В.В., Голобокова Л.П., Козлов В.С., Коробов В.Б., Лисицын А.П., Панченко М.В., Пескова М.А., Ходжер Т.В., Шевченко В.П.* Оценка связи микрофизического и химического состава для приводного аэрозоля Белого моря // *Оптика атмосф. и океана*. 2004. Т. 17. № 5–6. С. 377–385.
 4. *Pol'kin V.V., Golobokova L.P., Pogodaeva T.V., Korobov V.B., Lisitzin A.P., Panchenko M.V., Peskova M.A., Khodzher T.V., Shevchenko V.P.* Microphysical and chemical composition of near-water aerosol over White Sea in August 2004 (investigations in 64-th cruise of research vessel «Professor Shtokman») // XII Joint Int. Sympos. «Atmospheric and ocean optics. Atmospheric physics». Tomsk: IAO SB RAS, 2005. P. 158.
 5. *Panchenko M.V., Kozlov V.S., Pol'kin V.V., Golobokova L.P., Pogodaeva T.V., Khodzher T.V., Lisitzin A.P., Shevchenko V.P.* Investigations of microphysical and chemical composition of aerosol in near-water layer of the atmosphere over White Sea // XIII Joint Int. Sympos. «Atmospheric and ocean optics. Atmospheric physics». Tomsk: IAO SB RAS, 2006. P. 122.
 6. *Полькин В.В., Голобокова Л.П., Погадаева 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 приводного 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.
 7. *Полькин 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 докл. Томск, 2006. С. 5–6.
 8. *Allen A.G., Davison B.M., James J.D., Robertson L., Harrison R.M., Hewitt C.N.* Influence of Transport over a Mountain Ridge on the Chemical Composition of Marine Aerosols during the ACE-2 Hillcloud Experiment // *J. Atmos. Chem.* 2002. V. 41. P. 83–107.
 9. *Ball W.P., Dickerson R.R., Doddridge B.G., Stehr J.W., Miller T.L., Savoie D.L., and Carsey T.P.* Bulk and size-segregated aerosol composition observed during INDOEX 1999: Overview of meteorology and continental impacts // *J. Geophys. Res. D.* 2003. V. 108. N 10. 8001. doi:10.1029/2002JD002467.
 10. *Панченко М.В., Полькин В.В., Голобокова Л.П., Чубаров М.П., Нецветаева О.Г., Домьшева В.М.* Влияние континента на дисперсный и химический состав приводного аэрозоля Атлантики // *Оптика атмосф. и океана*. 1997. Т. 10. № 7. С. 741–750.

V.V. Pol'kin, M.V. Panchenko, L.P. Golobokova. **Ion composition of aerosol in the near-water atmosphere of White Sea in August 2003–2006.**

The results of investigations of the chemical composition, number density, and microstructure of near-water aerosol over White Sea obtained in August of each year in 2003–2006 from on board the research vessel «Professor Shtokman» are discussed. The data arrays obtained in different regions of White Sea make it possible to completely and correctly estimate the ion composition of aerosol matter, to study correlations of different chemical elements (ions) with disperse composition of aerosol particles.