

ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ В ЭКСПЕДИЦИИ «ШПИЦБЕРГЕН-2011»

К началу 1980-х гг. резко обозначилась проблема загрязнения окружающей среды Арктики. Проблема сразу приобрела остроту, поскольку появились данные о развивающихся негативных последствиях, проявляющихся, например, в ухудшении качества параметров окружающей среды и статистики заболеваний, падении показателей промысла, в четко обозначившихся климатических трендах, коррелирующих с ростом концентрации радиационно-активных газовых и аэрозольных составляющих атмосферы. Эти явления в арктических широтах объединились важным свойством, состоящим в том, что «вредные» загрязняющие вещества (ЗВ) имеют не арктическое происхождение, а принесены в Арктику из других, преимущественно промышленно развитых и плотно заселенных районов субарктических или средних широт, или из районов активного земледелия.

Поскольку последствия рассматриваемых явлений выражаются в накоплении ЗВ в природных средах Арктики, одной из основных целей в изучении характеристик загрязнения окружающей среды в Арктике является не получение информации об отдельных эпизодах переноса, а получение статистически значимых оценок для мониторинга уровней загрязнения, основных путей их переноса для выявления ареалов выбросов. Это также дает возможность получения прогностических оценок состояния среды, необходимых для планирования мероприятий по предотвращению вредных последствий в районах накопления или транзита ЗВ, а также и в районах систематического их выброса в атмосферу.

Для решения этих проблем требуется получение достаточно надежной информации в течение длительных (годы и десятилетия) периодов времени на сети стационарных станций. К сожалению, в Арктике считанное число станций, на которых проводятся наблюдения параметров, характеризующих прямо или косвенно уровни загрязнения атмосферы. Большинство имеющихся данных по этому региону носят эпизодический характер, наблюдения не регулярны. В создаваемом в настоящее время Российском научном центре на архипелаге Шпицберген (РНЦШ), через который проходят траектории переноса воздушных масс из промышленных районов Европы и, частично, Северной Америки, предполагается организация наблюдений для получения натуральных данных о характеристиках атмосферы и подстилающей поверхности, ориентированных на определение современных уровней загрязнения атмосферы аэрозолями и парниковыми и фотохимически активными малыми газовыми примесями, а также для оценки их вклада в изменения климатических параметров и окружающей среды Арктики.

В апреле–мае и июле–августе 2011 г. в рамках сотрудничества с Институтом оптики атмосферы им. В.Е.Зуева (ИОА) СО РАН (г. Томск) на создаваемом метеорологическом полигоне РНЦШ проведен

пробный цикл экспедиционных исследований характеристик атмосферного аэрозоля на архипелаге Шпицберген.

Атмосферный аэрозоль (частицы размерами 10–10000 нм), поступающий в Арктику за счет дальнего переноса с континента от многочисленных антропогенных и природных источников загрязнения, оказывает влияние на радиационный баланс за счет прямого и косвенного воздействия. При прямом воздействии слабо поглощающий аэрозоль выхолаживает атмосферу, а сильно поглощающий (сажа) нагревает ее. Косвенный эффект аэрозоля и сажи проявляется во влиянии на процессы облакообразования, радиационные свойства облаков, а также в уменьшении альбедо подстилающей поверхности за счет осаждения и проникновения сажи в ледовый и снежный покровы.

Архипелаг Шпицберген является значимым объектом в оценке климатических изменений в арктическом регионе. Отметим, что длительные измерения характеристик атмосферного аэрозоля на Шпицбергене проводились на норвежской научной станции Zeppelin (Нью-Олесунн, 78,9° с.ш., 11,9° в.д.). Российской стороной измерения характеристик арктического аэрозоля выполнялись в 1970–1980-х гг. в других районах Арктики, но поглощающая компонента (сажа) ранее не исследовалась.

Основная цель экспедиции состояла в организации и проведении наблюдений характеристик атмосферы для определения вклада региональных источников аэрозоля (местных и морских) и переносов аэрозоля со стороны Европы, а также для оценки его радиационно-климатического влияния в высокоширотном регионе. Контроль содержания в аэрозоле сажи позволяет оценивать дальний перенос и воздействие антропогенных источников аэрозоля (транспорт, промышленность, лесные пожары и др.).

Измерения выполнялись сотрудником ИОА СО РАН Д.Г.Черновым на территории Гидрометеорологической обсерватории «Баренцбург» (78,1° с.ш., 14,2° в.д.), расположенной около восточной части залива Грэн-фьорд.

Для измерений использовался комплекс аппаратуры в следующем составе:

1) портативный солнечный фотометр SPM для измерения спектральной аэрозольной оптической толщи (АОТ) и влагосодержания атмосферы;

2) аэрозольная станция:

– фотоэлектрический счетчик частиц фирмы Grimm (модель 1.108) для измерений распределения частиц по размерам, счетной и массовой концентрации аэрозоля;

– трехволновый дифференциальный аэталометр МДА для измерения массовой концентрации микрокристаллического углерода (сажи) в составе частиц.

Фотометр производит измерения АОТ по всемо столбу атмосферы за счет регистрации прямой



Аэрозольная станция



Внешний вид портативного солнечного фотометра SPM

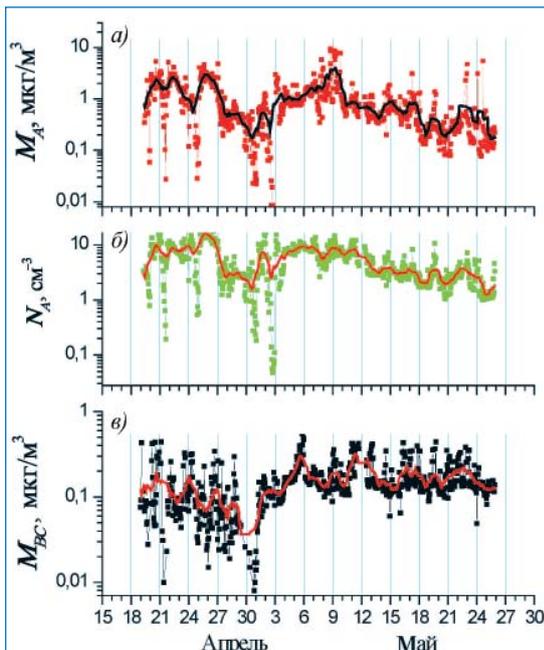
солнечной радиации. Приборы аэрозольной станции выполняют в автоматизированном режиме с заданной периодичностью (около 1 ч) круглосуточные измерения микрофизических характеристик аэрозоля в приземном слое воздуха.

Внешний вид измерительных приборов аэрозольной станции представлен на рисунках.

Измерения АОТ осуществлялись в 11 спектральных участках в диапазоне длин волн 0,34–2,14 мкм. Влагосодержание атмосферы определялось по измерениям радиации в полосе поглощения водяного пара 0,94 и соседнем окне прозрачности 0,87 мкм.

В период проведения измерений в Баренцбурге наблюдались достаточно низкие значения АОТ атмосферы.

Средние спектральные зависимости для весеннего периода в Баренцбурге хорошо согласуются с многолетними данными AERONET на польской исследовательской станции Хорнсунн (78,2° с.ш., 15,6° в.д), расположенной в северной части архипелага. Отличие средних зависимостей в Баренцбурге от данных, полученных ранее в Тикси, заключается в более высоких значениях АОТ в длинноволновой части спектра, что свидетельствует о большем содержании над Баренцбургом грубодисперсных частиц аэрозоля, по-видимому, морского происхождения.



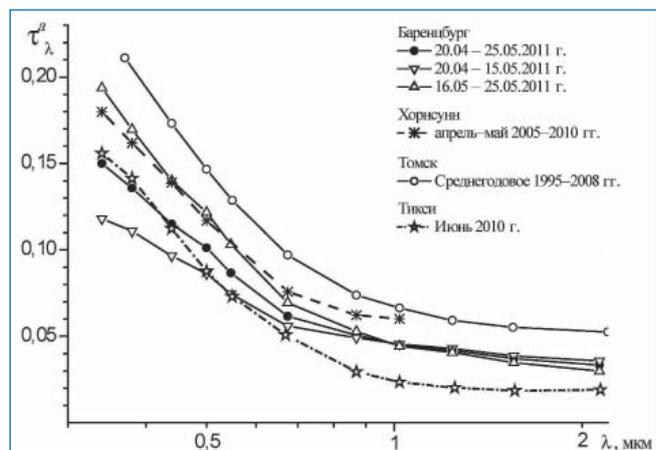
Временные ходы массовой (а), счетной (б) концентраций аэрозоля и массовой концентрации «сажи» (в)

Временные развертки почасовых данных для массовых концентраций сажи, аэрозоля и счетной концентрации частиц, освобожденные от реализаций с влиянием локальных источников сажи и аэрозоля, иллюстрируют согласованную изменчивость всех интегральных концентраций. Это проявляется в изменении положения на временной шкале основных максимумов и минимумов.

Для отмеченного периода измерений получены средние значения и СКО измеряемых аэрозольных параметров, которые составили для массовой концентрации $M_A = 1,02 \pm 1,2 \text{ мкг} \cdot \text{м}^{-3}$, для счетной концентрации $N_A = 5,46 \pm 4,09 \text{ см}^{-3}$, для массовой концентрации сажи $M_{BC} = 0,15 \pm 0,08 \text{ мкг} \cdot \text{м}^{-3}$. Отмечаются более высокие среднемесячные значения аэрозольных параметров M_A и N_A для апреля месяца по сравнению с маем. Для среднемесячных значений M_{BC} наблюдается обратная зависимость. Анализ среднесуточных зависимостей аэрозольных и метеорологических параметров показывает, что межсуточная изменчивость модулируется синоптической динамикой воздушных масс с периодичностью в 4–6 суток.

Предварительные результаты экспедиции:

- получены непрерывные ряды наблюдений АОТ, счетной концентрации аэрозоля и массовых концентраций сажи и аэрозоля, распределений частиц по размерам, составляющие основу для создания базы данных;
- исследованы особенности суточной, межсуточной изменчивости аэрозольных характеристик весной и летом;



Средние спектральные зависимости АОТ атмосферы в разные периоды измерений в Баренцбурге и в Тикси, а также по многолетним данным в Хорнсунне и Томске

□ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

– выполнены оценки средних значений, СКО и пределов вариаций концентраций аэрозоля и сажи;
– проведено сопоставление средних значений аэрозольных параметров с данными наблюдений на других станциях архипелага и в других регионах Российской Арктики и субарктики;

– данные измерений будут использованы для оценок основных радиационно-значимых характеристик аэрозоля: относительного содержания сажи в частицах, альbedo однократного аэрозольного рассеяния и радиационного форсинга в видимой области спектра.

Полученные результаты свидетельствуют о значительной динамике аэрозольных характеристик и о необходимости продолжения измерений в различные сезоны года в режиме регулярного мониторинга. Необходимо разработать специальную научную программу, направленную на изучение особенностей динамики среднерегионального аэрозольного фона, а также воздействия на регион процессов дальнего переноса аэрозольных загрязнений и воздействия местных источников. При накоплении достаточного объема данных они будут использованы для оценок трендов межгодо-

вой изменчивости и разработки средних эмпирических микрофизических моделей аэрозоля, необходимых для оценок влияния аэрозоля и сажи на климатические изменения в Арктике.

В заключение выражаем благодарность организаторам и руководству экспедиции «Шпицберген-2011» Л.М.Саватюгину и И.Ю.Соловьяновой за помощь в проведении аэрозольных исследований. Со стороны Российской академии наук исследования были поддержаны проектами № 21.1 «Исследование оптических, микрофизических характеристик и химического состава аэрозоля над океаном, оценки его радиационного форсинга» и № 21.7 «Криолитозона и Арктический шельф в условиях меняющегося климата; стабильность экосистем и газовые гидраты; пути захоронения органического вещества» Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 21.

*Д.Г.Чернов, М.В.Панченко,
С.М.Сакерин (ИОА СО РАН, Томск),
В.Ф.Радионов (ААНИИ).*

СТРАТЕГИЯ СОХРАНЕНИЯ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

Белый медведь с незапамятных времен привлекал внимание людей. Одни видели в нем символ Арктики, другие – престижный трофей или товар (шкура) для продажи. Для коренного населения Арктики он был также и культовым животным, которому поклонялись. К середине 20-го столетия численность вида в результате чрезмерного пресса охоты сократилась настолько, что встал вопрос о его спасении. Чтобы приостановить дальнейшее падение численности, арктические страны во второй половине прошлого столетия предприняли ряд действенных мер по охране белого медведя. Наиболее решительные меры предприняли Россия и Норвегия, запретившие охоту на зверя в 1956 и 1973 гг. соответственно. В России белый медведь был занесен в федеральную и региональные Красные книги, а в самом крупном «родильном доме» белого медведя – на о-вах Врангеля и Геральд – организован государственный природный заповедник.

В Арктике, как считает Группа специалистов по белому медведю МСОП, обитают 19 субпопуляций белого медведя (ранее они назывались популяциями), причем четыре из них населяют Российскую Арктику и сопредельные с ней районы. Однако, учитывая недостаточную изученность последних, автор придерживается официальной точки зрения, согласно которой в Российской Арктике обитают три популяции белого медведя, занесенные в Красную книгу РФ (2001). В ней карско-баренцевоморская популяция отнесена к четвертой категории (неопределенная по статусу популяция), лаптевская – к третьей категории (редкая популяция), чукотско-аляскинская популяция – к пятой категории (восстанавливающаяся популяция).

Огромный вклад в охрану вида внесло Соглашение о сохранении белых медведей 1973 года, которое подписали представители пяти арктических стран (Канада, Норвегия, Дания, СССР и США). В Статье 2 Соглашения говорится о том, что «каждая договаривающаяся Сторона предпринимает соответствующие действия с целью охраны экосистем, частью которых является белый медведь...». Однако в конце прошлого – начале текущего столетия белый медведь вновь оказался под угрозой в связи с активизацией хозяйственной деятельности и изменениями климата в арктическом регионе.

Потепление климата сопровождается существенным сокращением площади и толщины ледяного покрова, появлением все большего числа участков открытой воды, изменением сроков формирования и взламывания льда, отступлением ледовой кромки в летний период в районы с большими глубинами и пониженной продуктивностью, ростом аномальных случаев оттепелей в течение зимы и выпадения дождей в начале весны. Эти и другие сопутствующие потеплению климата факторы приводят к изменению среды обитания и важнейших параметров жизнедеятельности белых медведей и пагофильных (ледолюбивых) видов тюленей, являющихся основной добычей хищника. В результате происходит ухудшение физиологического состояния животных, уменьшение выживаемости медвежат и взрослых особей, увеличение числа конфликтных ситуаций с человеком.

Учитывая это, на встрече в Тромсё, Норвегия, в марте 2009 г. странам, в пределах которых расположен ареал белого медведя, было рекомендовано безотлагательно приступить к разработке национальных планов действий, направленных на миними-