

Сравнительный анализ микрофизических характеристик аэрозоля в морских и прибрежных районах Приморья

В.В. Польшин, В.С. Козлов, Ю.С. Турчинович, В.П. Шмаргунов*

*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1*

Поступила в редакцию 7.02.2011 г.

Обсуждаются результаты одновременных измерений в августе 2010 г. массовых концентраций аэрозоля и сажи, счетной концентрации и распределения частиц по размерам в приземном слое атмосферы в районе г. Владивостока и в приводном слое на парусном учебном судне «Надежда» в акватории Японского и Охотского морей. Исследованы особенности пространственно-временной изменчивости микрофизических характеристик атмосферного аэрозоля, и проводится их сравнение с результатами подобного весеннего комплексного эксперимента «Приморье-2009». Установлено, что средние массовые концентрации аэрозоля и сажи летом 2010 г. в Охотском море примерно в 2 раза ниже, чем весной 2009 г. над южной акваторией Японского моря. Для морских измерений 2010 г. счетные концентрации средне- и крупнодисперсных частиц в Охотском море превышают наблюдавшиеся в 2009 г. над Японским морем. Особенности изменчивости микрофизических данных приземных и приводных измерений аэрозоля хорошо согласуются с результатами измерений аэрозольной оптической толщи атмосферы и со спутниковыми данными.

Ключевые слова: концентрация аэрозоля, концентрация сажи, распределение частиц по размерам, континентальный аэрозоль, морской аэрозоль; aerosol concentration, black carbon concentration, particle size distribution, continental aerosol, marine aerosol.

Введение

Задачи изучения и прогноза региональных и глобальных изменений климата требуют знания динамики радиационных процессов, протекающих в атмосфере. Эти процессы во многом определяются не только вкладом парниковых газов, но и возрастающей ролью атмосферного аэрозоля в рассеянии и поглощении оптического излучения в атмосфере, а также перераспределением аэрозольного вещества между континентом и океаном, пространственной и временной изменчивостью аэрозоля. В связи с этим комплексные исследования вариаций аэрозольных характеристик в переходных зонах «материк–океан», где состав частиц формируется источниками различной природы, представляют особый интерес.

Комплексный эксперимент по изучению особенностей пространственно-временной изменчивости атмосферного аэрозоля в переходной зоне «материк–океан» в регионе Приморья был начат весной 2009 г. [1–4] и продолжен в августе 2010 г. [5, 6].

В 2009 г. эксперимент проводился параллельно в двух районах — в прибрежной зоне на территории Уссурийской астрофизической обсерватории ДВО РАН

в пос. Горнотаежное и с борта парусного учебного судна (ПУС) «Надежда» в центральной и южной частях Японского моря. В экспедиции одновременно измерялись такие важные радиационно-значимые характеристики атмосферного аэрозоля, как аэрозольная оптическая толщина атмосферы в видимой и ближней ИК-областях [1], счетная концентрация и распределение частиц по размерам, массовые концентрации аэрозоля и сажи [3]. Одновременно производился забор аэрозоля на фильтры и оценивался ионный химический состав растворимой фракции частиц, используемый для оценок долевого вклада континентальных и морских источников [3]. При анализе пространственно-временной изменчивости аэрозоля использовались данные спутниковых и лидарных измерений [2]. Комплексный анализ полученных данных позволил установить следующие особенности:

— в весенний период в Приморье наблюдался очень высокий уровень содержания аэрозоля и сажи над Японским морем, обусловленный сильным влиянием на состав аэрозоля выносов частиц от источников континентального происхождения, в том числе пылевого, дымового и др.,

— уровень аэрозольной замутненности приводного и приземного слоев атмосферы оказался максимальным в сравнении с уровнем над морями Северного и Южного полушарий: Каспийским, Белым, Карским — на территории России, и Южным океаном (антарктические научные станции).

* Виктор Викторович Польшин (victor@iao.ru); Валерий Степанович Козлов (vkozlov@iao.ru); Юрий Сергеевич Турчинович (tus@iao.ru); Владимир Петрович Шмаргунов (vpsh@iao.ru).

примерно по тому же маршруту. На начальной и конечной стадиях экспедиции (северная часть Японского моря) рейс проходил в непосредственной близости к континенту, а в середине рейса – в зонах, близких к действующим вулканам Курильской гряды (острова Экарма, Райкоке, Матуа) или удаленных от материковых источников аэрозоля (банка Кошеварова, центральная и северная части Охотского моря).

На рис. 2 представлены временные развертки метеопараметров: температуры воздуха $T_{\text{возд}}$, атмосферного давления P и относительной влажности воздуха RH .

Данные метеопараметров для ПУС обозначены светлыми кружками, данные для лидарной станции – темными кружками. Метеопараметры для лидарной станции взяты из архивных данных по метеостанции Владивостока (индекс WMO 31960, <http://meteo.infospace.ru>). Метеоданные на ПУС получены с помощью метеостанции для судов Shipboard Weather Station фирмы WEATHERPAK (<http://www.coastalenvironmental.com/weatherpak-shipboard-weather-stations.shtml>). Из рис. 2 видно, что значения метеопараметров практически совпадают в начале и конце экспедиции, т.е. когда ПУС находилось вблизи п. Владивосток. Измерения на лидарной станции и по маршруту судна проходили главным образом в условиях высокой относительной влажности воздуха (более 80%). На отдельных участках маршрута судна и в отдельные периоды времени для приземных измерений высокая относительная влажность воздуха способствовала образованию плотных туманов. Температура воздуха была

достаточно высокой для приземных измерений во Владивостоке (20–25 °С). Однако в Охотском море температура снижалась до 10–15 °С. Отмеченное следует объяснять выходом на поверхность холодных течений в этих районах морских измерений.

Анализ обратных трехсуточных траекторий переноса воздушных масс, выполненный на основе модели NOAA ARL HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) [13], показал, что на начальной стадии экспедиции (1–8 августа) аэрозольная обстановка в районах приземных измерений формировалась за счет прихода воздушных масс северо-западного направления с материка.

С 9 по 19 августа в район лидарной станции приходили воздушные массы северо-восточного направления из Охотского моря, пересекая о. Сахалин. С 23 по 31 августа в этом районе преобладали воздушные массы восточного и северо-восточного направлений, пришедшие с северной части Японского моря.

Измерения приводного аэрозоля до 7 августа были подвержены влиянию воздушных масс, пришедших с северо-восточного и северного направлений, т.е. с континента. С 8 по 13 августа, когда судно находилось вблизи южной оконечности о. Сахалин, а затем курильских островов Матуа, Райкоке и Экарма, воздушные массы приходили главным образом из бассейна Охотского моря и, следовательно, были насыщены морским аэрозолем. При прохождении судном банки Кошеварова (севернее о. Сахалин), заходе в Сахалинский залив и затем возвращении к островам Курильской гряды

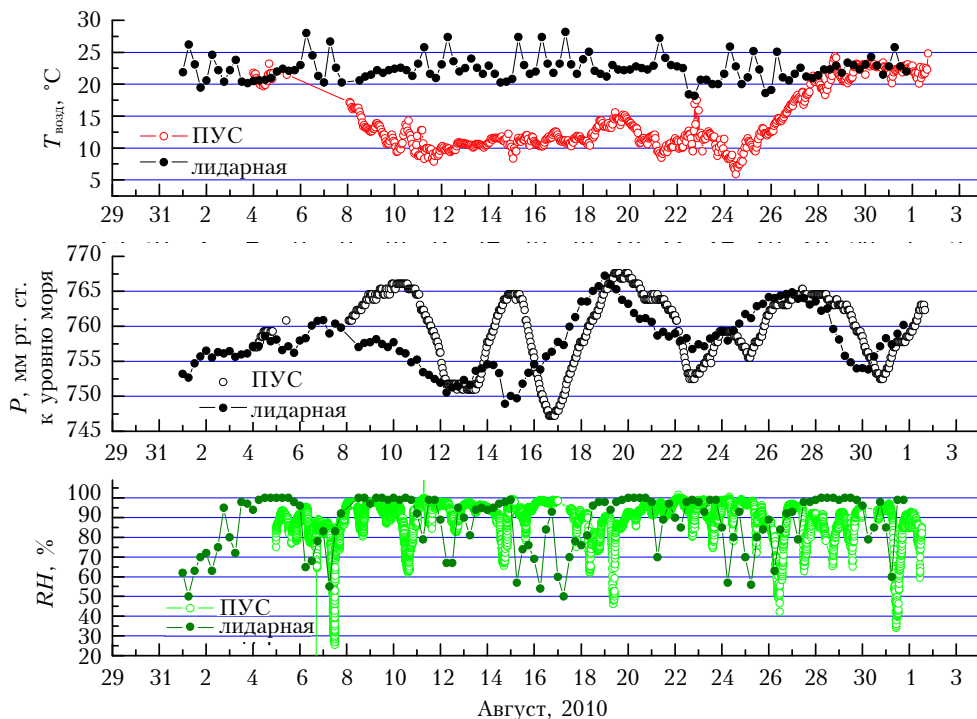


Рис. 2. Временные развертки метеопараметров на ПУС «Надежда» и на лидарной станции ИАиПУ ДВО РАН в экспедиции «Приморье-2010» в шкале GMT

Сравнение средних значений интегральных параметров в приземных и приводных измерениях для экспедиций «Приморье-2009» (весна) и «Приморье-2010» (лето) представлено в форме гистограмм на рис. 4, а.

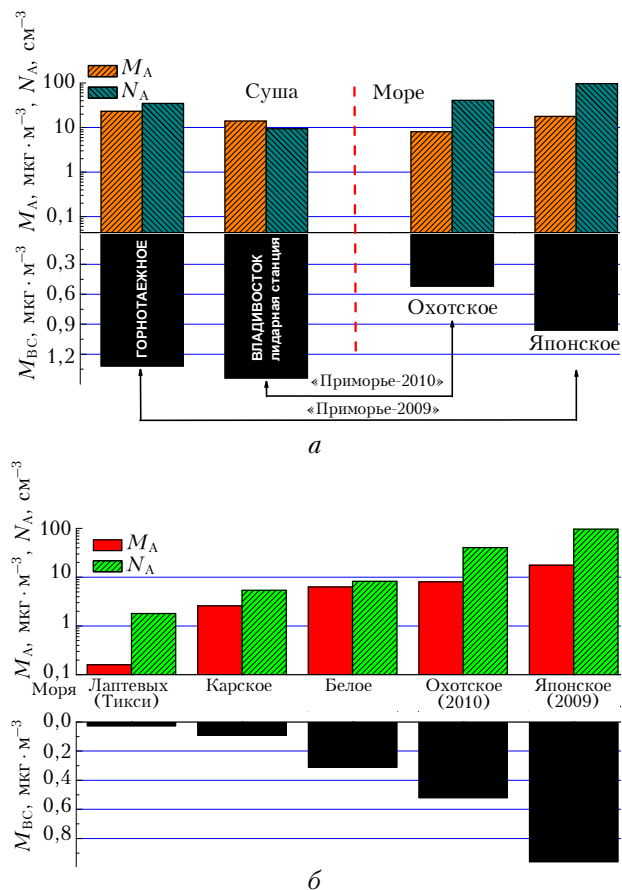


Рис. 4. Сравнение средних значений массовых концентраций аэрозоля и сажи по данным измерений в приземном и приводном слоях: а – «суша» и «море», в экспедициях «Приморье-2009» и «Приморье-2010»; б – «море», в экспедициях в Приморье и в морях, прилегающих к северной территории России

Из рис. 4, а по морским измерениям (справа от штриховой линии) видно, что, несмотря на частые туманы и близость вулканов, летние средние концентрации аэрозоля и сажи в Охотском море в экспедиции «Приморье-2010» примерно в 2 раза ниже, чем соответствующие весенние средние концентрации над южной частью Японского моря («Приморье-2009»). Для приземных измерений (слева от штриховой) массовая M_A и счетная N_A концентрации аэрозоля в 2010 г. также ниже наблюдаемых в 2009 г., однако влияние г. Владивостока (2010 г.) проявилось в том, что концентрация сажи M_{BC} несколько выше, чем в п. Горно-таежное (2009 г.).

Отметим, что для измерений в 2010 г. сохранилась тенденция более высокого содержания аэрозоля M_A и сажи M_{BC} в приземном аэрозоле в отличие от приводного, наблюдавшаяся в 2009 г. Отме-

ченная тенденция отчетливо выражена для M_{BC} , но слабее для M_A . Аналогично, как и в 2009 г., сохранилась и обратная тенденция превышения счетной концентрации частиц N_A в приводном аэрозоле по сравнению с приземным. Отметим, что все рассмотренные на рис. 4 различия средних значений в 2009 и 2010 гг. являются статистически значимыми.

С целью оценки вклада исследуемого региона [1–5] в глобальное пространственное распределение аэрозоля и сажи в атмосфере Земли представляет интерес сравнить измеренные в 2009–2010 гг. в Японском и Охотском морях интегральные микрофизические характеристики аэрозоля с аналогичными данными, полученными ранее в измерениях на морях, прилегающих к северной территории России. На рис. 4, б производится сопоставление данных двух экспедиций в Приморье с данными измерений на Белом и Карском морях [14–18] и на побережье моря Лаптевых [19].

Сравнение показало, что из всех рассмотренных морских акваторий максимальные концентрации M_A , N_A , M_{BC} наблюдаются над Японским морем (2009 г.), находящимся в зоне мощных выносов азиатского континентального аэрозоля. Концентрации аэрозоля над Охотским морем также сравнительно велики, но уже сопоставимы, особенно по величине M_A (см. рис. 4, б), с данными в районе Белого моря. Отметим, что Белое море рассматривалось нами ранее [14–18] как одно из наиболее чистых, «фоновых» по содержанию аэрозоля, внутренних морей России. Минимальные значения интегральных аэрозольных параметров M_A наблюдались на побережье моря Лаптевых, составляя около $0,15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Очень малые концентрации в районе Тикси можно объяснять тем, что море в период измерений было еще покрыто льдом.

Из рис. 4, б также видно, что качественные особенности изменения по рассмотренным морям средней концентрации сажи M_{BC} согласуются с вариациями содержания аэрозоля. Наблюдается монотонное уменьшение M_{BC} при переходе от Японского моря к морю Лаптевых в пределах $0,9–0,026 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. При этом среднее значение M_{BC} над Охотским морем примерно в 2 раза больше, чем над Белым, но в 2 раза ниже, чем над Японским морем.

3.2. Объемные распределения частиц аэрозоля по размерам

На рис. 5, а представлены объемные распределения аэрозольных частиц по радиусам dV/dr на разных участках маршрута ПУС «Надежда» в эксперименте «Приморье-2010» [5]. Для сравнения здесь приводится график, полученный нами в эксперименте «Приморье-2009» для пылевой ситуации в Японском море [1, 4].

Из рис. 5, а видно, что при нахождении ПУС вблизи п. Владивосток (29.08–1.09.2010 г.) распределения по размерам характеризовались, по сравнению с данными для пылевых ситуаций на Япон-

ском море в 2009 г., более низким содержанием мелкодисперсного аэрозоля $r < 0,3$ мкм, однако повышенным содержанием более крупных частиц. Этот факт объясняется, по-видимому, близостью судна к континенту в морских измерениях «Приморье-2010» (район п. Владивосток) и, следовательно, большей вероятностью достижения крупными континентальными частицами точки измерения при воздушном переносе.

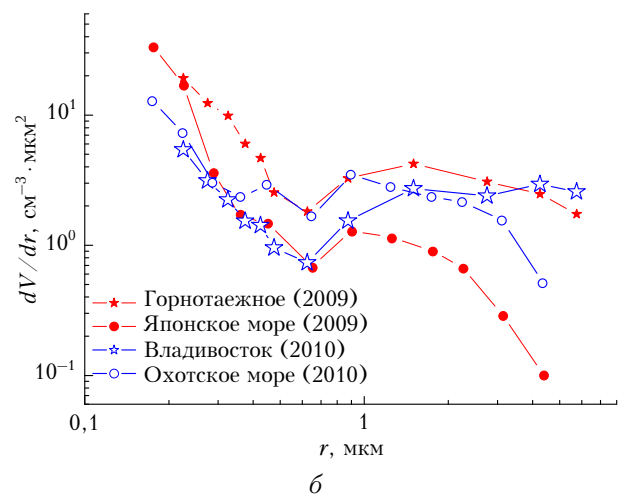
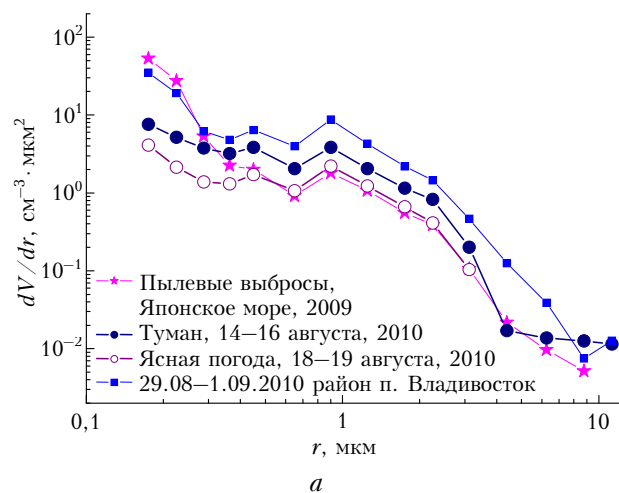


Рис. 5. Объемные распределения dV/dr аэрозольных частиц по размерам на Охотском и Японском морях: а – на различных участках маршрута ПУС «Надежда» в экспедиции «Приморье-2010»; б – средние объемные распределения для экспедиций «Приморье-2009» и «Приморье-2010»

Период 18–19 августа 2010 г. (стоянка у северной оконечности о. Сахалин, в условиях ясной погоды) характеризовался самым низким содержанием аэрозольных частиц по всему диапазону размеров. Распределения частиц по размерам, полученные на самом северном участке маршрута (район банки Кошеварова, 14–16 августа 2010 г., в условиях туманов), занимают для диапазона радиусов частиц $r < 6$ мкм промежуточное положение между отмеченными выше ситуациями. Однако в диапазоне $r > 6$ мкм наблюдается увеличение содержания гру-

бодисперсных частиц. Вероятно, вследствие конденсационного роста при высокой относительной влажности воздуха частицы субмикронного и среднелдисперсного интервалов размеров перешли в грубодисперсный диапазон. Пониженные значения объемов субмикронных и среднелдисперсных частиц в условиях тумана следует объяснять низким содержанием ядер конденсации в районе исследований.

Анализ изменчивости средних объемных распределений частиц по размерам dV/dr для экспедиций «Приморье-2009» и «Приморье-2010» выявил следующие особенности (рис. 5, б).

Самые большие значения dV/dr по всему диапазону размеров частиц отмечались для весенних приземных измерений (п. Горнотаежное, «Приморье-2009»). В этом случае аэрозоль в районе измерений подвергался воздействию не только пылевых выносов, но также лесных пожаров и выносов антропогенного аэрозоля из соседних промышленно развитых регионов.

Для диапазона частиц $r \leq 0,2 \div 0,3$ мкм значения dV/dr на суше и на море в 2010 г. практически совпадают. В этом интервале размеров значения dV/dr для приземных и морских измерений летом 2010 г. в 2–4 раза меньше, чем весной 2009 г., когда наблюдались мощные выносы континентального аэрозоля с Азиатского континента.

Для морских данных значения dV/dr в диапазоне размеров $r > 0,3$ мкм в Охотском море («Приморье-2010») выше, чем в Японском море («Приморье-2009»). Это объясняется не только близостью маршрута судна к континенту в экспедиции «Приморье-2010», но и высокими значениями относительной влажности воздуха и степени волнения морской поверхности в период измерений, что, вероятно, стимулировало конденсационный рост и генерацию частиц за счет «пузырькового» механизма и сдувания брызг с гребней разбивающихся волн [20]. Высокие значения dV/dr в субмикронном диапазоне $r < 0,3$ мкм для Японского моря в экспедиции «Приморье-2009» объясняются воздействием дальних переносов от континентальных источников на аэрозоль в районе измерений.

Проведенное для экспедиций «Приморье-2009» и «Приморье-2010» сопоставление данных одновременных измерений микрофизических характеристик аэрозоля и аэрозольной оптической толщи атмосферы (АОТ), с привлечением спутниковой информации, показало их хорошее качественное согласие, подтверждающее установленные особенности пространственно-временной изменчивости аэрозоля [1–4, 6, 21]. Предварительные результаты оптико-микрофизических исследований, полученные различными методами [5, 6, 21], продемонстрировали более низкий уровень аэрозольного замутнения атмосферы над Японским морем в 2010 г. по сравнению с 2009 г. Этот факт следует объяснять, во-первых, сезонным спадом генерации аэрозоля в летний период года, а также, во-вторых, меньшим воздействием выносов континентального аэрозоля в северную часть Японского моря и на

акваторию Охотского моря. Так, летом 2010 г. замутнение атмосферы над морем и сушей снижается в 2–3 раза по сравнению с весной 2009 г. Отмечена высокая селективность спектрального хода АОТ в 2010 г., что согласуется с полученными в настоящей работе данными о распределениях частиц по размерам, характеризующимся наличием мелкодисперсной фракции аэрозоля, концентрация которой существенно превышает концентрацию крупнодисперсных частиц.

Полученные нами данные по интегральным концентрациям аэрозоля и его распределению по размерам находятся в соответствии с оценками ионного химического состава растворимой фракции аэрозоля [5]. Особенности поведения ионного состава аэрозоля хорошо согласуются с данными, полученными южнокорейскими исследователями при изучении пылевых выносов с азиатской части Евразийского континента [22–24]. Из оценок на основе данных химического анализа следует, что в 2010 г. в морских измерениях значение массового фактора долевого вклада морских источников [14, 25, 26] в состав приводного аэрозоля было довольно большим – 57%. Из это следует, что морские акватории севернее г. Владивосток в летний период измерений 2010 г. подвергались меньшему, чем в 2009 г., воздействию континентального аэрозоля. Однако для приземных измерений 2010 г., как и для 2009 г., основным остается долевым вклад континентального аэрозоля – около 83%. Отметим, что весной 2009 г. вклад континентальных источников аэрозоля превалировал по всему району исследований, составляя 86 и 80% в наземных и в морских измерениях соответственно.

Заключение

В рамках комплексного эксперимента «Приморье-2010» исследована пространственно-временная изменчивость микрофизических характеристик атмосферного аэрозоля в переходной зоне «материк–океан». Одновременные измерения параметров атмосферного аэрозоля выполнялись в приземном слое воздуха на стационарном пункте в г. Владивосток и в приводном слое на парусном учебном судне «Надежда», маршрут которого пролегал по акватории двух морей – Японского и Охотского.

В исследуемом регионе отмечался значительный диапазон вариаций интегральных параметров аэрозоля – M_A , M_{BC} и N_A . В приводном слое он составлял 4–5 порядков, в приземном слое укладывался в 1,5–2 порядка величины. Наибольшие вариации параметров наблюдались вблизи вулканов Курильской гряды, а также в условиях туманов и высокой относительной влажности воздуха. Наименьшие вариации отмечались на участках, близких к континенту. Несмотря на частые туманы и близость вулканов, средние концентрации аэрозоля и сажи летом 2010 г. в Охотском море примерно в 2 раза ниже, чем весной 2009 г. над южной частью Японского моря. Для приземных данных антропогенное влияние Владивостока проявилось

в том, что концентрация сажи превышает наблюдающуюся в период весенних измерений в п. Горнотаежное в 2009 г.

Сопоставление характеристик приводного аэрозоля в морях, прилегающих к территории России, показало, что максимальные концентрации M_A , N_A , M_{BC} наблюдаются над Японским морем, находящимся в зоне мощных выносов азиатского континентального аэрозоля. Концентрации аэрозоля над Охотским морем сопоставимы с данными в районе Белого моря.

Особенности изменения по рассмотренным морям средней концентрации сажи M_{BC} согласуются с вариациями содержания аэрозоля. Наблюдается монотонное уменьшение M_{BC} при переходе от Японского моря к морю Лаптевых в пределах (0,9–0,026) $\text{мкг} \cdot \text{м}^{-3}$. Среднее значение M_{BC} над Охотским морем примерно в 2 раза больше, чем над Белым морем, но и в 2 раза ниже, чем в южной части Японского моря.

Сравнительный анализ объемных распределений частиц по размерам dV/dr показал, что в диапазоне частиц $r \leq 0,2 \div 0,3$ мкм значения dV/dr на суше и на море для летних измерений в 2010 г. практически совпадают. Значения dV/dr в этом диапазоне размеров летом 2010 г. в 2–4 раза меньше, чем весной 2009 г. Наибольшие значения dV/dr по всему диапазону размеров частиц отмечались для приземных весенних данных в п. Горнотаежное («Приморье-2009»). Для морских измерений значения dV/dr в диапазоне размеров $r > 0,3$ мкм над Охотским морем («Приморье-2010») выше, чем над Японским («Приморье-2009»).

Наблюдается хорошее качественное согласие микрофизических данных приземных и приводных измерений с данными по всей толще атмосферы и со спутниковыми данными.

Авторы выражают глубокую благодарность замдиректора ИОА СО РАН по научному направлению Михаилу Васильевичу Панченко, координатору интеграционного проекта СО РАН № 75 Сергею Михайловичу Сакерину за постановку задач и организацию экспедиций, непосредственному руководству экспедициями в лице проректора по науке Морского государственного университета им. адм. Г.И. Невельского (г. Владивосток) Олегу Алексеевичу Букину, зав. лабораторией Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН Андрею Николаевичу Павлову, сотрудникам лаборатории Александру Юрьевичу Майору, Константину Александровичу Шмирко, зав. лабораторией Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН Салюку Павлу Анатольевичу, инженеру-электронику лаборатории оптики аэрозоля ИОА СО РАН Александру Георгиевичу Тумакову, а также экипажу ПУС «Надежда» за помощь в подготовке и проведении экспедиционных исследований.

Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта СО РАН № 75 и проектов № 20.1 и 20.7 Программы фундаментальных исследований Президиума РАН.

1. Сакерин С.М., Павлов А.Н., Букин О.А., Кабанов Д.М., Корниенко Г.И., Польшкин В.В., Столярчук С.Ю., Турчинович Ю.С., Шмирко К.А., Майор А.Ю. Результаты комплексного аэрозольного эксперимента в переходной зоне «материк–океан» (Приморье и Японское море). Часть 1. Вариации аэрозольной оптической толщи атмосферы и вертикальные профили // Оптика атмосфер. и океана. 2010. Т. 23, № 8. С. 691–699.
2. Афонин С.В., Энгель М.В., Майор А.Ю., Павлов А.Н., Столярчук С.Ю., Шмирко К.А., Букин О.А. Результаты комплексного аэрозольного эксперимента в переходной зоне «материк–океан» (Приморье и Японское море). Часть 2. Анализ пространственной и временной изменчивости характеристик аэрозоля по спутниковым данным и лидарным измерениям // Оптика атмосфер. и океана. 2010. Т. 23, № 9. С. 811–819.
3. Козлов В.С., Польшкин В.В., Панченко М.В., Голобокова Л.П., Турчинович Ю.С., Ходжер Т.В. Результаты комплексного аэрозольного эксперимента в переходной зоне «материк–океан» (Приморье и Японское море). Часть 3. Микрофизические характеристики и ионный состав аэрозоля в приземном и приводном слое // Оптика атмосфер. и океана. 2010. Т. 23, № 11. С. 967–977.
4. Польшкин В.В., Панченко М.В., Терпугова С.А., Голобокова Л.П., Ходжер Т.В., Филиппова У.Г. Предварительные результаты исследования микрофизического и химического состава приводного аэрозоля в условиях пылевых выносов в Японском море на ПУС «Надежда» // XVI Рабочая группа «Аэрозоли Сибири». Томск: Изд-е ИОА СО РАН, 2009. С. 74.
5. Польшкин В.В., Панченко М.В., Голобокова Л.П., Ходжер Т.В., Филиппова У.Г. Предварительные результаты исследования микрофизического и химического составов приводного аэрозоля в Охотском и Японском морях на ПУС «Надежда» // XVII Рабочая группа «Аэрозоли Сибири»: Тезисы докл. Томск: Изд-е ИОА СО РАН, 2010. С. 105–106.
6. Турчинович Ю.С., Букин О.А., Кабанов Д.М., Павлов А.Н., Польшкин В.В., Сакерин С.М., Шмирко К.А. Предварительные результаты исследований аэрозольной оптической толщи атмосферы в экспедиции «Приморье-2010» // XVII Рабочая группа «Аэрозоли Сибири»: Тезисы докл. Томск: Изд-е ИОА СО РАН, 2010. С. 108–109.
7. Козлов В.С., Панченко М.В., Польшкин В.В., Шмаргунов В.П. Мобильный аппаратный комплекс для оперативных измерений концентраций аэрозоля и сажи в приземном слое воздуха // XIII Рабочая группа «Аэрозоли Сибири»: Тезисы докл. Томск: Изд-е ИОА СО РАН, 2006. С. 58.
8. Шмаргунов В.П., Козлов В.С., Тумаков А.Г., Польшкин В.В., Панченко М.В. Автоматизированный аэрозольный нефелометр на базе ФАНа // Приборы и техн. эксперим. 2008. № 5. С. 165.
9. Козлов В.С., Шмаргунов В.П., Польшкин В.В. Спектрофотометры для исследования характеристик поглощения света аэрозольными частицами // Приборы и техн. эксперим. 2008. № 5. С. 155–157.
10. Шмаргунов В.П., Польшкин В.В. Аэрозольный счетчик на базе АЗ-5 // Приборы и техн. эксперим. 2007. № 2. С. 165.
11. Горчаков Г.И., Емиленко А.С., Свириденков М.А. Однопараметрическая модель приземного аэрозоля // Изв. АН СССР. Физ. атмосфер. и океана. 1981. Т. 17, № 1. С. 39–49.
12. Hansen A.D.A., Rosen H., Novakov T. The aethalometer – an instrument for the real-time measurement of optical absorption by aerosol particles // Sci. Total Environ. 1984. V. 36, N 1. P. 191–196.
13. URL: <http://www.ready.noaa.gov/ready/hysplit4.html>
14. Польшкин В.В., Голобокова Л.П., Позодаева 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 / Гл. ред. Н.П. Лаверов. Кн. 2. М.: Наука, 2006. С. 413–439.
15. Польшкин В.В., Панченко М.В., Грищенко И.В., Коробов В.Б., Лисицын А.П., Шевченко В.П. Исследования дисперсного состава приводного аэрозоля Белого моря в конце летнего сезона 2007 г. // Оптика атмосфер. и океана. 2008. Т. 21, № 10. С. 836–840.
16. Terpuгова S.A., Polkin V.V., Panchenko M.V., Golobokova L.P., Kozlov V.S., Shmargunov V.P., Shevchenko V.P., Lisitzin A.P. Microphysical and chemical characteristics of near-water aerosol over White and Kara Seas // EGU General Assembly 2009. Geophys. Res. Abstracts. V. 11, EGU2009-11824, 2009.
17. Polkin V.V., Panchenko M.V., Golobokova L.P., Kozlov V.S., Shmargunov V.P., Khodzher T.V., Shevchenko V.P., Lisitzin A.P. Average characteristics of microphysical and chemical compositions of near-water aerosol over White and Kara Seas // V Int. Conf. «Current Problems in Optics of Natural Waters» (ONW'2009). St.-Peterburg, Russia. September 8–11, 2009. Proc. 2009. P. 299–304.
18. Козлов В.С., Тихомиров А.Б., Панченко М.В., Шмаргунов В.П., Польшкин В.В., Сакерин С.М., Лисицын А.П., Шевченко В.П. Оптические и микрофизические характеристики аэрозоля в приводной атмосфере Белого моря по данным одновременных корабельных и береговых измерений в августе 2006 г. // Оптика атмосфер. и океана. 2009. Т. 22, № 8. С. 767–776.
19. Польшкин В.В., Терпугова С.А., Кабанов Д.М., Шмаргунов В.П., Сакерин С.М., Панченко М.В., Голобокова Л.П., Ходжер Т.В., Филиппова У.Г. Предварительные результаты исследований характеристик аэрозоля на побережье моря Лаптевых (Тикси) // XVII Рабочая группа «Аэрозоли Сибири»: Тезисы докл. Томск: Изд-е ИОА СО РАН, 2010. С. 8.
20. Химия нижней атмосферы / Под ред. С. Расула. М.: Мир, 1976. 408 с.
21. Сакерин С.М., Афонин С.В., Букин О.А., Журавлева Т.Б., Заяханов А.С., Кабанов Д.М., Козлов В.С., Павлов А.Н., Поддубный В.А., Польшкин В.В., Турчинович Ю.С., Шмирко К.А. Основные результаты комплексных исследований атмосферного аэрозоля в Дальневосточном регионе (экспедиция «Приморье-2010») // XVII Рабочая группа «Аэрозоли Сибири»: Тезисы докл. Томск: Изд-е ИОА СО РАН, 2010. С. 107–108.
22. Park S.H., Song C.B., Kim M.C., Kwong S.B., Lee K.W. Study on size distribution of total aerosol and water-soluble ions during an Asian dust storm event at Jeju island, Korea // Environ. Monit. and Assess. 2004. V. 93, N 1–3. P. 157–183.
23. Han J.S., Moon K.J., Anh J.Y., Hong Y.D., Kim Y.J., Ryu S.Y., Cliff S.S., Cahill T.A. Characteristics of ion

- componets and trace elements of fine particles at Gosan, Korea, in spring time from 2001 to 2002 // *Environ. Monit. and Assess.* 2004. V. 92, N 1–3. P. 73–93.
24. *Sahu L.K., Kondo Y., Miyazaki Y., Kuwata M., Koike M., Takegawa N., Tanimoto H., Matsueda H., Yoon S.C., Kim Y.J.* Anthropogenic aerosols observed in Asian continental outflow at Jeju Island, Korea, in spring 2005 // *J. Geophys. Res.* V. 114. D03301, doi:10.1029/2008JD010306. 2009. P. 1–19.
25. *Полькин В.В., Панченко М.В., Голобокова Л.П.* Ионный состав приводного аэрозоля Белого моря в августе 2003–2006 гг. // *Оптика атмосф. и океана.* 2007. Т. 20, № 11. С. 998–1003.
26. *Полькин В.В., Щелканов Н.Н., Голобокова Л.П., Панченко М.В.* Сравнение методик оценки вклада континентальных и морских источников в ионный состав приводного аэрозоля Белого моря // *Оптика атмосф. и океана.* 2008. Т. 21, № 1. С. 23–26.

V.V. Polkin, V.S. Kozlov, Yu.S. Turchinovich, V.P. Shmargunov. **Comparative analysis of microphysical aerosol characteristics in marine and coastal regions of Primorie (Far East).**

The paper discusses results of simultaneous measurements (August, 2010) of the mass concentrations of aerosol and black carbon, number density, and particle size distribution in Vladivostok and in the near-surface atmospheric layer over water areas of the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk from sailing training ship *Nadezhda*. Peculiarities of the spatiotemporal variability of microphysical characteristics of atmospheric aerosol have been studied and compared with the results of the similar spring experiment “Primorie-2009”. It has been found that the mean mass concentrations of aerosol and black carbon in summer 2010 in the Sea of Okhotsk were roughly halved as compared to those measured in spring 2009 over the southern part of the Sea of Japan. For marine measurements of 2010, the number densities of medium and coarse particles in the Sea of Okhotsk exceeded those observed in 2009 over the Sea of Japan. Peculiarities of variability of aerosol microphysical data over the coastal and sea surfaces are in a good agreement with measurements of the aerosol optical depth of the atmosphere and with satellite data.