

УДК 550.47:556.54

ПОПУТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В 47-м РЕЙСЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА “АКАДЕМИК ИОФФЕ”

© 2016 г. И. А. Немировская, А. Н. Новигатский, З. Ю. Реджепова

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва**e-mail: nemir@ocean.ru*

Поступила в редакцию 27.05.2015 г.

DOI: 10.7868/S0030157416010135

В 47-м рейсе НИС “Академик Иоффе” по маршруту судна от п. Ушуайя до п. Гданьск с 26 марта по 7 мая 2015 г. были проведены попутные исследования в приповерхностном слое атмосферы и в поверхностных водах с целью определения влияния климатических особенностей и фронтальных зон Атлантического океана на распределение осадочного вещества и органических соединений (в том числе загрязняющих веществ). Подобные исследования, но в меньшем объеме, проводили 10 лет назад в 2005 г. в 20-м рейсе НИС “Академик Сергей Вавилов”. Маршрут 47-го рейса НИС “Академик Иоффе” отличался от предыдущих тем, что судно прошло западнее о-вов Зеленого мыса и Канарских.

В задачи исследования входило изучение: изменчивости гранулометрического состава приводного аэрозоля с помощью счетчика аэрозольных частиц; изменчивости количественного и качественного состава приводного аэрозоля, полученного сетевым методом; распределения и состава водной взвеси в поверхностных водах; распределения продукционных характеристик поверхностного слоя вод (взвешенного органического углерода, пигментов); загрязненности поверхностных вод нефтепродуктами.

Данные по гранулометрическому составу аэрозолей были получены с помощью счетчика аэрозольных частиц AeroTrak (США). При движении судна на север из п. Ушуайя при юго-восточном ветре происходило последовательное увеличение количества аэрозолей с максимумом в заливе Эль-Ринкон на рейде порта Бая-Бланка (рис. 1). Здесь количество частиц > 0.3 мкм колебалось в диапазоне от 2200 до 44987 (в среднем 38313) частиц в литре. Меньшая изменчивость характерна для частиц размером 0.3–1 и 1–5 мкм. С удалением от берега количество аэрозолей в атмосфере уменьшалось и достигло довольно постоянных значений. Минимум аэрозолей был зафиксирован на 14° ю.ш. (рис. 1).

В северном полушарии увеличение количества частиц происходило в аридной области 4° – 15° с.ш. В апреле 2005 г. повышенное содержание частиц установлено в области 5° – 9° с.ш.

В атмосфере Центральной Атлантики наблюдался второй максимум концентраций, приуроченный к 32° с.ш. Перед проливом Ла-Манш прошел дождь, и в атмосфере содержание аэрозолей снизилось до 3466 частиц/л. Затем их количество начало расти, наиболее резко (в 5 раз) в узком участке пролива Па-де-Кале, где достигло — 111239 частиц/л, максимальной концентрации, установленной для частиц аэрозолей > 0.3 мкм в рейсе. В западной части Северного моря, несмотря на прошедший дождь, количество частиц в атмосфере также оставалось высоким — в среднем 31395 частиц/л. В южной части Балтийского моря содержание аэрозолей в атмосфере уменьшилось до средней концентрации 15413 частиц/л. Примечательно, что сравнительно низкие концентрации (28518 частиц/л) приурочены к прибрежной части Гданьской бухты.

Гранулометрический состав аэрозолей и количество частиц в них изменяется скачкообразно и в широких пределах. Однако во всех пробах доминировала фракция > 0.3 мкм. При этом в южном полушарии на долю фракции 0.3–1 мкм приходилось 80% от суммы. Концентрация частиц 1–5 мкм составила 12.5%, а для частиц > 5 мкм — всего 2.5%. В заливе Эль-Ринкон доля частиц 0.3–1 мкм достигала 96%; в пробах с высоким количеством аэрозолей, сформированных под влиянием эолового потока из африканских аридных областей — 92.4%. В отдельных районах, особенно в северном полушарии, частицы, превышающие 5 мкм, отсутствовали (в частности в проливе Ла-Манш, рис. 1).

При отборе проб сетевым методом повышенные концентрации так же, как при их регистрации с помощью счетчика частиц, приурочены к области влияния потоков аэрозолей из Патагонии в южной части разреза (до 5.832 мкг/м³), а максимальные — к области влияния потоков из африканских пустынь — до 19.890 мкг/м³ (рис. 2). Наиболее низкое содержание аэрозолей установлено в южном полушарии при смене направления ветра (0.012 мкг/м³) и после дождя при подходе к проливу Ла-Манш (0.015 мкг/м³). В составе эоло-

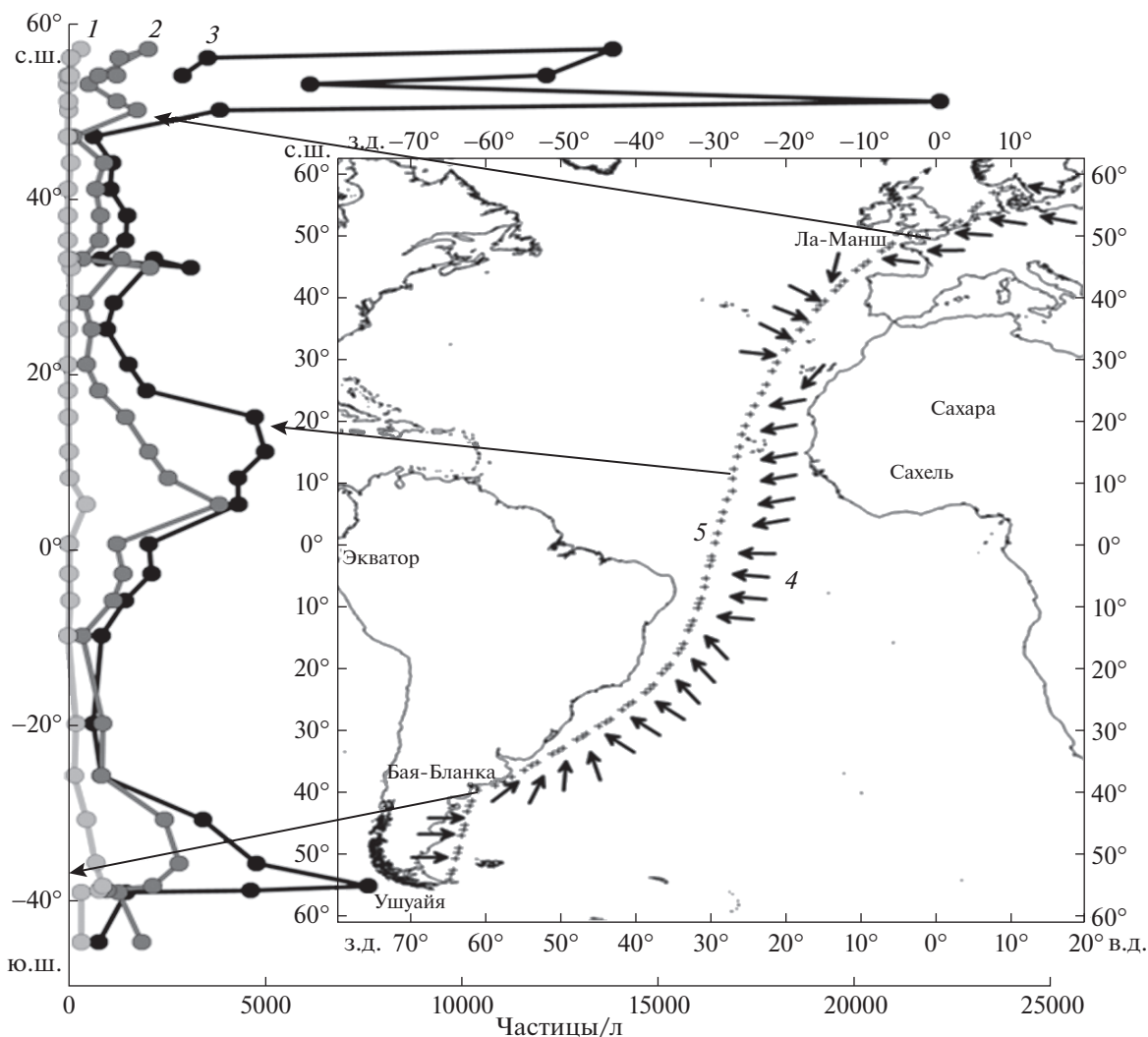


Рис. 1. Изменчивость гранулометрического состава аэрозолей в приводном слое атмосферы по маршруту 47-го рейса НИС “Академика Иоффе”. 1 – 0,3–1 мкм/10, 2 – 1–5 мкм, 3 – >5 мкм × 10. На врезке: 4 – преимущественное направление ветра, 5 – маршрут судна.

вого материала содержание аэрозолей хорошо коррелирует с содержанием органического вещества: $r(C_{\text{орг}}\text{--}аэр) = 0.92$. Между содержаниями аэрозолей, $C_{\text{орг}}$ и УВ корреляционные связи хуже: $r(аэр\text{--}УВ) = 0.38$, $r(C_{\text{орг}}\text{--}УВ) = 0.58$.

Первые данные по минеральному составу, полученные с помощью дифрактометра D8 ADVANCE фирмы Bruker AXS GmbH, ФРГ (аналитик О.М. Дара), показали, что для эолового материала, поступающего из западной части Патагонии (образцы А-1, А-2, А-3, рис. 2) характерно присутствие плагиоклазов (до 50%) и цеолитов (гейландит, клиноптилолит, анальцит, до 10–15%). Кроме того, в пробах присутствуют в небольших количествах кварц, каолинит, хлорит, монтмориллонит, иллит. Образцы, питание которых связано с поступлением из африканских пустынь (А-15, А-16, А-17), характеризуются высоким содержанием каолинита (до 23%) и появле-

нием кальцита (до 5%). Аэрозоли А-19, А-20, А-23 отличаются высоким содержанием хлорита (15%), присутствием гетита и палыгорскита. У берегов Европы аэрозоли содержат широкий спектр литогенных обломочных минералов (кварц, полевые шпаты, минералы группы пироксенов, мусковит) в сумме до 62% и глинистые минералы (хлорит, каолинит, иллит) в сумме до 36%, а также гетит.

В поверхностных водах наиболее высокие концентрации взвеси наблюдались в заливе Эль-Ринкон, в маргинальном фильтре р. Рио-Колорадо – до 9.7 мг/л (рис. 3). При подходе к заливу, так же как при выходе из залива содержание взвеси уменьшалось в 13.5–18 раз. При движении судна на север концентрации взвеси оставались практически неизменными и в среднем составили 0.10 мг/л ($\sigma = 0.034$ при $n = 53$). Незначительное повышение концентраций взвеси происходило в области влияния потоков из аридных африкан-

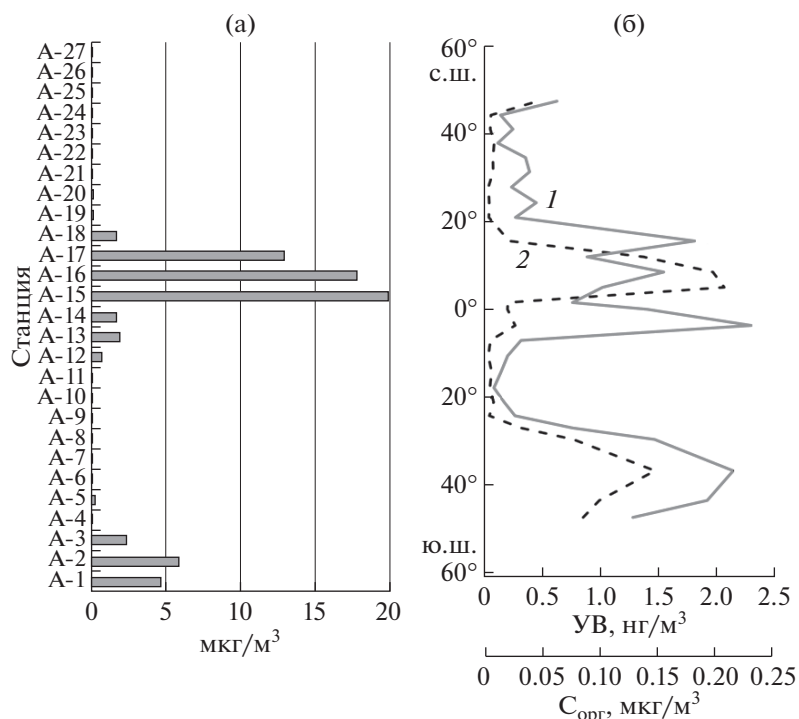


Рис. 2. Распределение в приземном слое атмосферы: (а) — концентраций аэрозолей, собранных сетевым методом, (б) — алифатических углеводородов (1) и $\text{C}_{\text{орг}}$ (2) в аэрозолях.

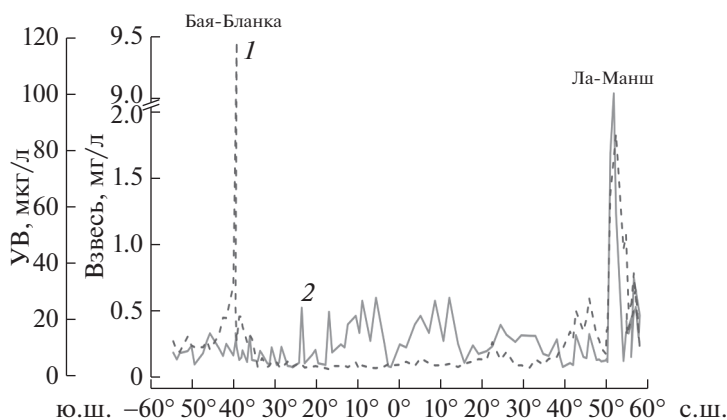


Рис. 3. Распределение взвеси (1) и алифатических углеводородов (2) в поверхностных водах на трансатлантическом разрезе.

ских зон — до 0.19 mg/l . Рост концентраций взвеси наблюдался также в прибрежных районах Европы — в среднем 0.31 mg/l ($\sigma = 0.12$) с наиболее высоким содержанием в проливе Ла-Манш 0.96–4.40 mg/l . В Северном и Балтийском морях средняя концентрация взвеси составила 0.48 ($\sigma = 0.16$) mg/l , что оказалось близким к данным, полученными в мае 2014 г. — 0.60 mg/l .

Содержание УВ в поверхностных водах изменялось практически синхронно с концентрацией взвеси (рис. 3). Только в заливе Эль-Ринкон их концентрации увеличились значительно меньше по сравнению с взвесью — лишь в 2 раза: с 7.5 до 15.1 $\mu\text{g}/\text{l}$. Напротив, при приближении к проливу Ла-Манш и в самом проливе наблюдался мак-

симальный рост содержания УВ (до 79 $\mu\text{g}/\text{l}$), что превысило ПДК для нефтяных УВ. Распределение самой взвеси в основном зависит от гидробиологических факторов и речного стока, а УВ — от поступления с загрязняющими веществами. Поэтому в устье р. Рио-Колорадо содержание УВ составило всего 1.5 $\mu\text{g}/\text{mg}$ взвеси, а в проливе Ла-Манш, где основной источник УВ — нефтяное загрязнение, 22.5 $\mu\text{g}/\text{mg}$ взвеси.

Финансирование экспедиционных исследований осуществлено при поддержке РФФИ (проект № 14-50-00095 «Мировой океан в XXI веке: климат, экосистемы, ресурсы, катастрофы») и в рамках Государственного задания ИО РАН на 2015–2017 гг. по теме № 0149–2014–0038.