

УДК 551.465,551.463.8,579.68(268.45),581.132

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ ВО 2-М РЕЙСЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА “НИКИФОР ШУРЕКОВ”

© 2015 г. А. А. Клювиткин¹, А. К. Амбросимов¹, М. Д. Кравчишина¹, Л. А. Духова²,
Н. В. Козина¹, А. О. Корж³, Е. А. Серебренникова², Д. Ф. Бутько¹

¹Институт океанологии им. П.П. Шишова РАН, Москва

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва

³Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Шишова РАН, Калининград

e-mail: klyuvitkin@ocean.ru

Поступила в редакцию 16.04.2014 г.

DOI: 10.7868/S0030157415020070

С 21 августа по 9 сентября 2013 г. в соответствии с Программой фундаментальных исследований президиума РАН № 23, тема 10.1 “Трансевропейский меридиональный морской эколого-геохимический разрез” проведена комплексная экспедиция на НИС “Никифор Шуреков”, целью которой было исследование седиментационной системы Каспийского моря (рис. 1а).

На ходу судна в режиме буксировки проводились измерения течений во всей толще моря профилографом течений ADCP WHS-150 (Teledyne RDI). На комплексных станциях выполнено 29 зондирований водной толщи мультипараметрическим STD-зондом SBE-25, 26 из них параллельно с STD-зондом Idronaut Ocean 316. На борту судна проводились определения гидрохимических параметров (биогенные элементы, O₂, H₂S), хлорофилла “а” (хл “а”) с использованием флуориметра Trilogy (Turner Design), концентрации и гранулометрического состава взвеси с помощью вакуумной фильтрации и анализатора частиц Коултера (Multisizer 3, Beckman Coulter Co.). Отбор донных осадков проводился боксорером Экмана-400 (КС-Denmark).

Были подняты 3 из 5 поставленных в 41-м рейсе НИС “Рифт” [1] притопленных буйковых станций (ПБС) с седиментационными ловушками “Лотос-3” (ОКБ ОТ РАН) и МСЛ-110 (ИО РАН) и измерителями течений Поток-2М (ОКБ ОТ РАН) и профилографом ADCP Argonaut-MD (Sontek).

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты STD-зондирований показали характерную для изучаемого сезона термохалинную структуру вод: верхний перемешанный слой имеет мощность от 15–23 м в Среднем Каспии до 25–

31 м в Южном Каспии, температура слоя 22.8–27.3°C, соленость 10.2–11.5 епс (рис. 2). Термоклин распространяется до глубины 40–50 м, где температура уменьшается до 7.8°C в Среднем и до 10.8°C в Южном Каспии, соленость практически не меняется. Под термоклином идет постепенное понижение температуры ко дну до 5.12°C в Дербентской впадине и до 6.05°C – в Южно-Каспийской.

Анализ данных измерителей течений, обработанных в составе ПБС 1311 (“Рифт”-4118) у подножия Песчаномысского поднятия, показал, что на горизонте 70 м течения характеризуются значительной изменчивостью (скорость от 0 до 40.4 см/с, в среднем 10.1 см/с). Результирующий перенос водных масс за период наблюдений (25 октября 2012–03 июля 2013 г.) соответствовал классической циклонической схеме течений и составил более 600 км в северо-западном направлении. На этом горизонте отмечено погружение водной массы со средней скоростью 0.9 см/с. В придонном слое (295 м) обнаружено стационарное придонное контурное вдольсклоновое течение [2] юго-западного направления. Средняя скорость течения – 8.3 см/с, максимальная – 44 см/с. Перемещение воды через точку наблюдений с 25 октября 2012 г. по 17 апреля 2013 г. составило более 1000 км (рис. 1б). Ранее контурное течение отмечалось авторами в других районах моря [3].

В водной толще восточного и северного сектора Среднего Каспия зафиксированы практически синхронные аномальные повышения температуры (рис. 1в). На ст. 1344 (“Рифт”-4118) 20 ноября 2012 г. температура резко начала повышаться от минимального значения 8.7°C и 04 декабря 2012 г. достигла своего максимума 14.5°C. Через 11 суток было зафиксировано повышение температуры от 7.1 до 11.4°C на горизонте 70 м ст. 1311 (“Рифт”-

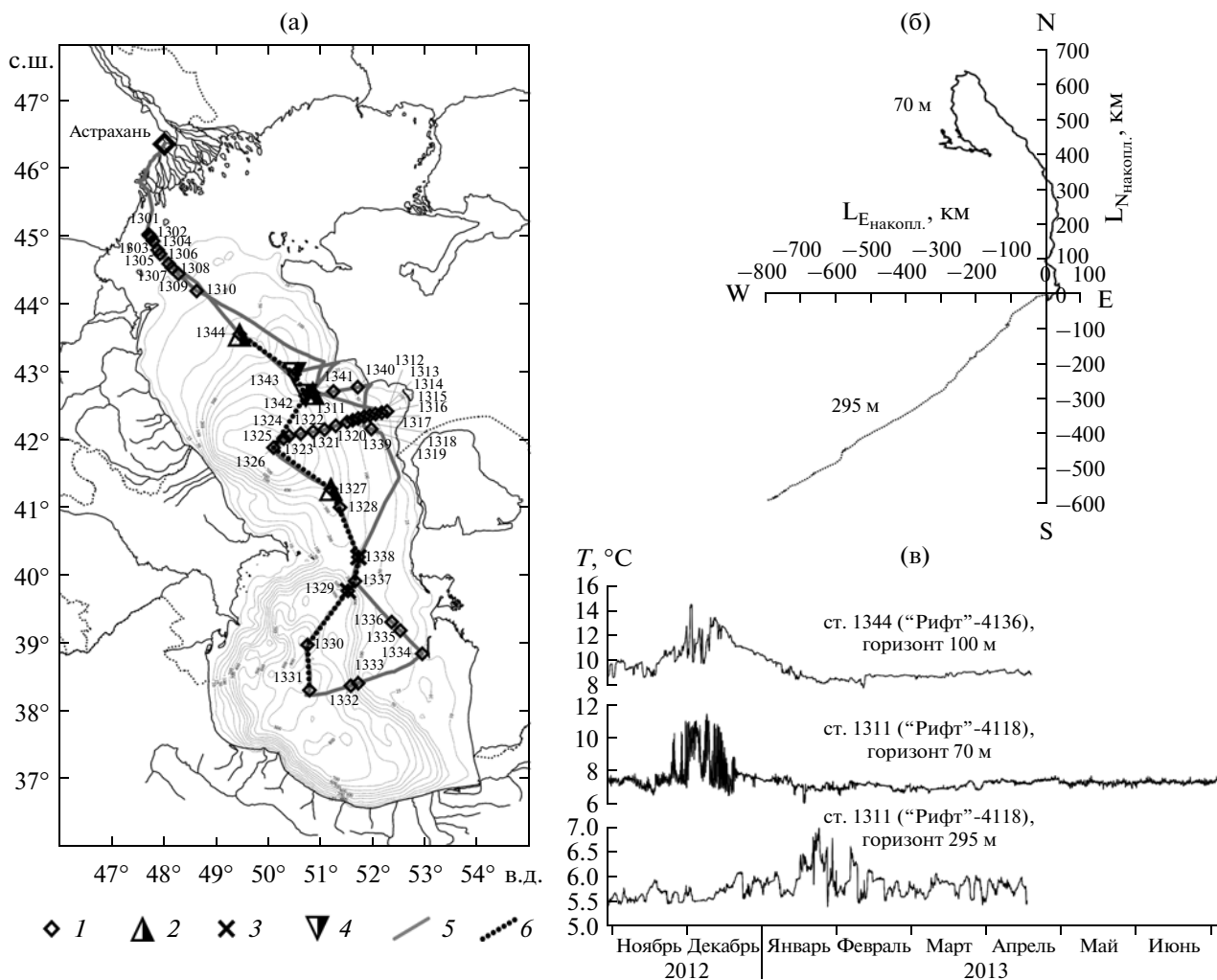


Рис. 1. Карта станций и схема расположения опорных разрезов в Каспийском море (а), накопленные прогрессивные векторные диаграммы перемещений на горизонтах 70 и 295 м ст. 1311 (б) и температурные аномалии, зарегистрированные на глубоководных горизонтах в северном, ст. 1344 (“Рифт”-4136), и северо-восточном, ст. 1311 (“Рифт”-4118), секторах Среднего Каспия зимой 2012–2013 гг.

1 – комплексные океанологические станции; 2 – поднятые ПБС; 3 – неподнятые ПБС; 4 – поставленные ПБС; 5 – маршрут судна; 6 – схема расположения станций на осевом разрезе.

4136). На горизонте 295 м ст. 1311 повышение температуры зафиксировано только через полтора месяца – 12 января 2013 г. в гораздо меньших интервалах (от 5.6 до 6.9°C).

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Среднем и в Южном Каспии продолжается отмеченное в начале 2000-х гг. обострение гипоксии. Концентрация растворенного кислорода в Дербентской впадине (ст. 1326), начиная с глубины 400 м, составляла менее 0.75 мл/л. С горизонта 630–640 м отмечено появление сероводорода, концентрация которого увеличивалась ко дну от 0.02 до 0.36 мл/л [4]. В Южно-Каспийской впадине (ст. 1329) на глубине 500 м концентрация растворенного кислорода составляла 0.66 мл/л, а се-

роводородный слой начинался с 800–820 м. Концентрация сероводорода в придонном горизонте (990 м) составила 0.32 мл/л. Низкое содержание кислорода в глубинных слоях Каспийского моря привело к формированию четко выраженного промежуточного максимума нитратов. С появлением в придонных слоях сероводорода идущие в этих условиях процессы нитрат-редукции вызвали уменьшение концентрации нитратов практически до нуля и резкое возрастание концентрации аммонийного азота [4].

ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование водной взвеси и пигментов фитопланктона. Наиболее высокие значения концен-

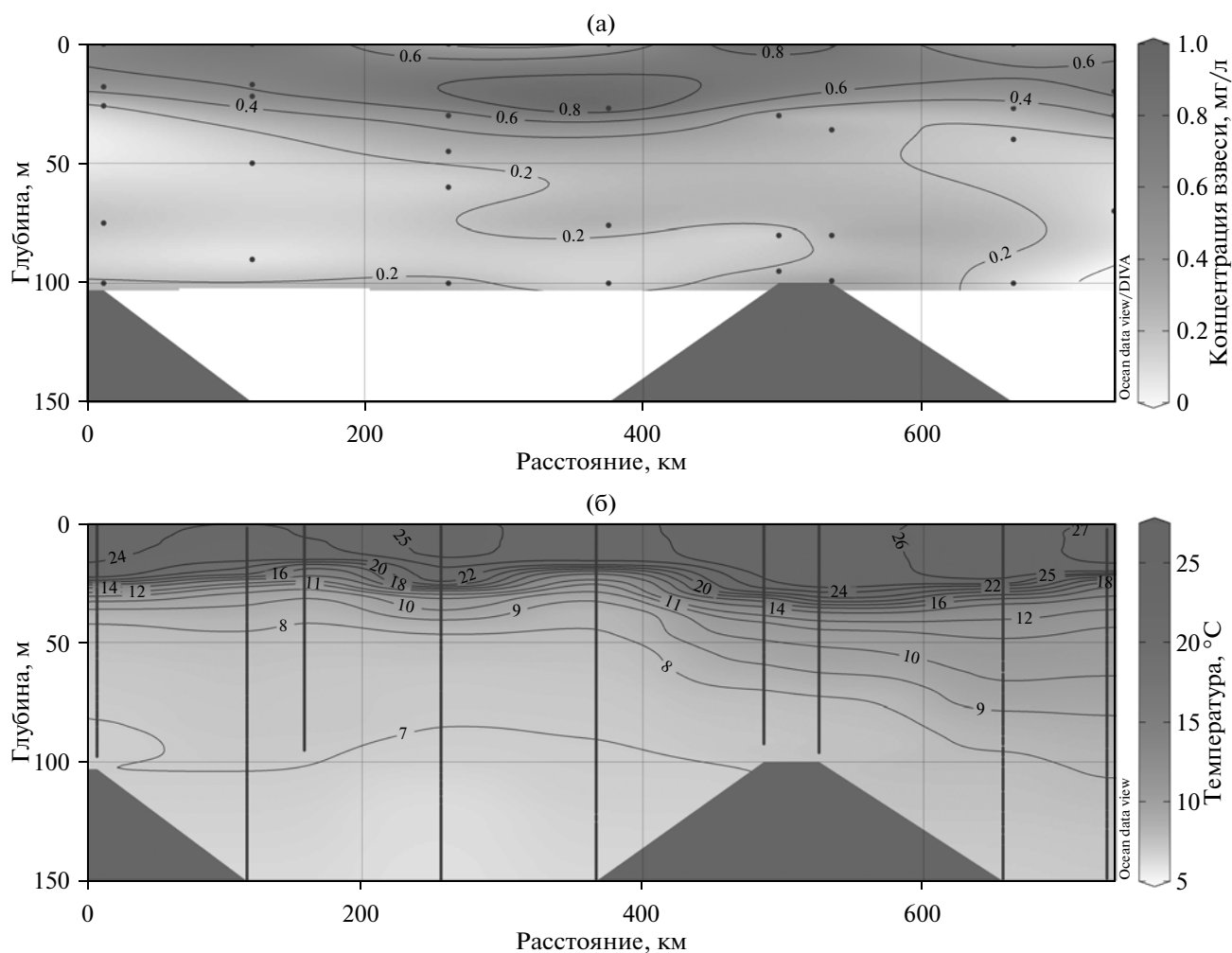


Рис. 2. Распределение концентрации взвеси, мг/л (а) и температуры, °С (б) в верхнем слое Каспийского моря на осевом разрезе. Точками показаны горизонты определений. Схема разреза дана на рис. 1а.

траций взвеси и хл “а” обнаружены в поверхностных водах маргинального фильтра (МФ) р. Волги в пределах изохалин 2–7 епс: до 14.8 мг/л и 30.8 мкг/л, соответственно, при солёности воды 4.5 епс. Мористее (солёность 9.5 епс) концентрация хл “а” уменьшается примерно в три раза.

Установлена тесная корреляционная зависимость между концентрацией взвеси и хл “а” в водной тоще Каспийского моря ($r = 0.98$, $n = 85$). В верхнем перемешанном слое в открытом море концентрация взвеси варьирует от 0.2 до 1.5 мг/л (в среднем 0.6 мг/л). Концентрация хл “а” варьирует от 0.2 до 1.1 мкг/л (в среднем 0.6 мкг/л). В слое термоклина (рис. 2б) колебания концентрации взвеси (рис. 2а) соизмеримы с колебаниями ее значений в верхнем перемешанном слое: от 0.2 до 1.6 мг/л (в среднем 0.6 мг/л). Максимум хл “а” (2.2–5.3 мкг/л) приурочен к верхней границе термоклина 17–19 м в области действующего апвеллинга у восточного побережья Среднего Каспия (станции 1341, 1311, 1342). Другая область повы-

шенных концентраций (до 2.1 мкг/л) расположена к северу от Апшеронского порога (ст. 1327) и тяготеет к подтермоклинным горизонтам (27 м). В глубинных водах концентрация взвеси варьирует от 0.04 до 0.9 мг/л, составляя в среднем 0.2 мг/л. В придонном слое почти повсеместно распространён нефелоидный слой мощностью до нескольких десятков метров и концентрацией взвеси 0.1–0.9 мг/л.

Исследование вертикальных потоков осадочно-го вещества. Предварительный анализ материала, собранного многостаканными седиментационными ловушками “Лотос-3”, показал наличие сезонного цикла осадения осадочного материала. Максимальный поток приходится на весенне-летние месяцы, минимум зафиксирован зимой (январь–декабрь). Отмечается резкое увеличение вертикального потока в декабре на северном склоне Дербентской впадины (ст. 1344), что, по всей вероятности, связано с резкими изменениями в гидрофизической обстановке в районе по-

становки станции, в частности, с затоком теплых вод, зафиксированным измерителями течений и температуры на этой же ПБС (рис. 1в).

Анализ вертикального распределения потоков по данным интегральных ловушек МСЛ-110, установленных в толще вод с интервалом 10 м, показывает наличие выраженного придонного нефелоидного слоя с максимальным значением потока у дна. Наибольшие для всего моря вертикальные потоки осадочного вещества выявлены в районе Песчаномысского поднятия в области действия контурного течения.

Исследование донных осадков. В ходе экспедиции выполнено 25 станций с отбором донных осадков. На ст. 1302 (глубина 5 м) в речной зоне МФ осадок представлен тонким пелитовым илом серого цвета с характерным запахом сероводорода. Основная часть проб в МФ представлена ракушняком (станции 1306, 1310) и песком среднезернистым с примесью ракушняка (станции 1307, 1309).

В Дербентской впадине (ст. 1326) на глубине 780 м осадок на всем протяжении (горизонт 0–32 см) имеет запах сероводорода. Наилкок представлен пелитовым материалом, окрашенным в темно-зеленые, темно-серые цвета. Под наилком осадок представлен пелитовым илом светло-серого, серого, серо-зеленого цвета с микропрослоями и микроконкрециями гидротроилита.

В Южно-Каспийской впадине (станции 1330, 1331) осадок также имеет запах сероводорода. Материал представлен тонким пелитовым илом серого цвета с примазками, прослоями и микроконкрециями гидротроилита.

Вдоль восточного побережья Каспийского моря на глубинах от 80 до 190 м (станции 1333, 1336,

1338, 1341) обнаружены глины, залегающие близко к поверхности дна. На глубине менее 80 м вдоль восточного побережья (станции 1334, 1339, 1340) осадок представлен ракушняком. На ст. 1335 на глубине 50 м обнаружены оолитовые пески.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 14-05-00875-а и № 14-05-00769-а, Президента РФ № НШ-2493.2014.5, программы № 23 Президиума РАН, тема 10.1 “Транс-европейский меридиональный морской эколого-геохимический разрез” и Программы ОНЗ РАН № 5 – проект “Микро- и наночастицы в Мировом океане и пресноводных объектах – природный биокосный сорбент тяжелых металлов и углеводородных загрязнений”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Амбросимов А.К., Ключиткин А.А., Артамонова К.В. и др.* Комплексные исследования системы Каспийского моря в 41-м рейсе научно-исследовательского судна “Рифт” // *Океанология*. 2014. Т. 54. № 5. С. 715–720.
2. *Духова Л.А., Серебренникова Е.А., Амбросимов А.К., Ключиткин А.А.* Гидрохимические исследования глубоководных котловин Каспийского моря в августе-сентябре 2013 г. на научно-исследовательском судне “Никифор Шуреков” // *Океанология*. 2015. Т. 55. № 1. С. 162–164.
3. *Кеннет Д.* Морская геология: В 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. М.: Мир, 1987. 397 с.
4. *Лукашин В.Н., Амбросимов А.К., Либина Н.В. и др.* Комплексные исследования в северной части Каспийского моря в 30-м рейсе научно-исследовательского судна “Рифт” // *Океанология*. 2010. Т. 50. № 3. С. 472–476.