

УДК 551.46(262.54+262.5)

МОРСКИЕ ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СУДАХ “ДЕНЕБ” И “ПРОФЕССОР ПАНОВ” В 2013 г.

© 2015 г. Г. Г. Матишов^{1,2}, О. В. Степаньян¹, К. С. Григоренко^{1,3}, В. М. Харьковский¹,
В. В. Поважный¹, В. В. Польшин³, В. Г. Соьер^{1,3}

¹Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону,
e-mail: step@ssc-ras.ru

²Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск

³Институт аридных зон Южного научного центра РАН

Поступила в редакцию 16.09.2014 г.

DOI: 10.7868/S0030157415050135

Более 10 лет Южный научный центр РАН осуществляет научные исследования в южных морях России [1, 2]. В 2013 г. на НИС “Денеб” и НИС “Профессор Панов” проведено 12 экспедиций, выполнено свыше 250 комплексных океанографических станций (рис. 1). Основная цель исследований – оценка влияния природных и антропогенных факторов на динамику морских экосистем юга России.

Комплексные исследования включали: метеорологические наблюдения, изучение гидролого-гидрохимических параметров, донных осадков, особенностей пространственного распределения планктона, бентоса и ихтиофауны. При отборе проб воды использовали глубоководный пробоотборный комплекс карусельного типа, состоящий из 12 батометров и гидрологического зонда SBE19plus V2 (пр-во США). Для проведения сейсмоакустических и литологических исследований использовали узколучевой акустический профилограф SES 2000 light (пр-во Германия) и гравитационную грунтовую трубку с поршневым механизмом (пр-во Дания). Для обработки гидрохимических проб применяли проточный измеритель биогенных элементов San⁺⁺ (пр-во Нидерланды). Исследования охватывали основные гидрологические сезоны: весна, лето, осень.

Таганрогский залив. *Весной* выявлены существенные вертикальные градиенты температуры и солености. Максимальные концентрации биогенных элементов отмечены в районах фронтальных зон, где показатели ионов аммония, нитрит-иона, фосфора и кремния в 2 раза превышали средние значения по заливу. Распределение кислорода в толще воды было равным или превышало значение насыщения. В *летний* период на

большой части залива установилась гомотермия с температурой воды, превышающей 30°C, что привело в начале июля к появлению выраженных заморных зон. Показатели ионов аммония, нитрит-иона, фосфора в 2–3 раза превышали средние значения по заливу. Пространственное распределение кремния имело два максимума – в кутовой и западной частях залива. *Осенью* отмечена выраженная стратификация вод. В октябре уровни содержания биогенных элементов снизились по сравнению с летним периодом в 1.5 раза: показатели содержания ионов аммония упали до аналитического нуля, содержание кремния резко возросло с максимумом 538 мкг/л в кутовой части залива. В ноябре отмечены высокие и редко регистрируемые концентрации нитритов – от 20.4 до 39.4 мкг/л. В районе порта Мариуполь обнаружены аномальные концентрации аммония.

Содержание нефтепродуктов весной изменялось от 0.36 мг/л в устье Дона до 0.11 мг/л в заливе. Летом концентрации нефтепродуктов на всей акватории залива выросли в 2 и более раза. В ноябре показатели нефтяного загрязнения снизились в устье Дона, но остались высокими в заливе. Максимальные концентрации углеводородов нефти отмечались в районе порта Мариуполь.

Сейсмоакустические исследования, проведенные совместно с отбором колонок донных отложений, показали, что голоценовая толща осадков Азовского моря формировалась в условиях нестабильного уровня моря. В процессе совместного применения гидролокатора бокового обзора и гидроакустического профилографа получены новые данные о строении рельефа дна и толщи донных отложений на акватории восточной части Таганрогского залива. На профиле в районе косы

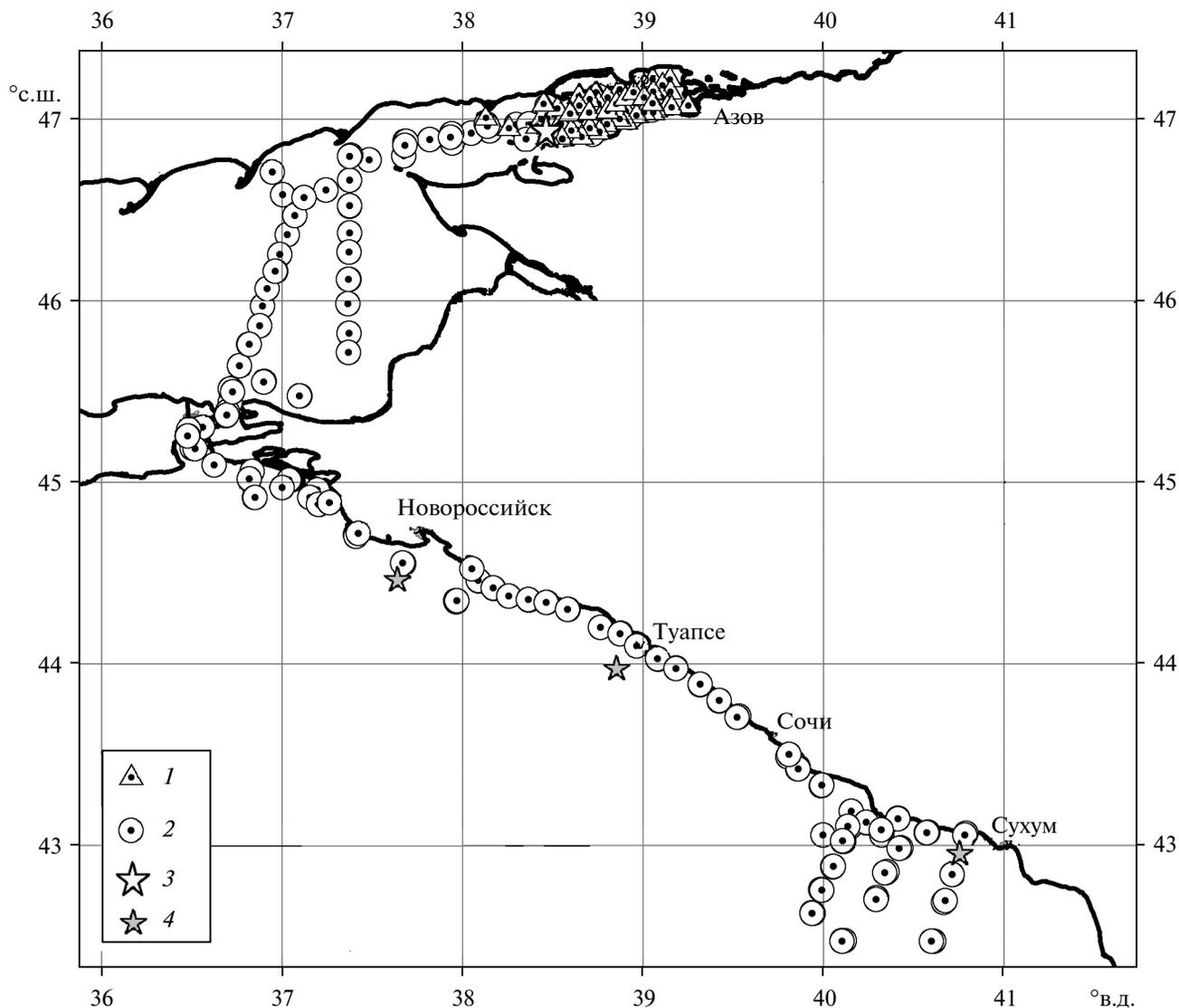


Рис. 1. Карта-схема морских исследований ЮНЦ РАН в 2013 г.

1 – океанологические станции и точки отбора проб на НИС “Профессор Панов”; 2 – океанологические станции и точки отбора проб на НИС “Денеб”; 3 – район сейсмоакустического профилирования; 4 – станции с вертикальными гидролого-гидрохимическими профилями.

Сазальницкой выделено 3 акустических границы, причем верхняя граница слоя расположена в 15 см от поверхности дна. Такая четкость при получении эхограмм в условиях небольших глубин достигнута при разностной частоте в 15 кГц и частоте пульсации в 50 Гц.

Азовское море. *Весной* вертикальное распределение биогенных элементов было сходно на всей акватории и незначительно отличалось у поверхности и дна, за исключением нитратов, концентрация которых была у дна выше на 55%, составляя 14 мкгN/л. Концентрации биогенных элементов в водах Керченского пролива были ниже

в 2 и более раза, чем в Азовском море. *Летом* в водах Керченского пролива перепад температуры был менее 1.0°C, солёности – 1.0 епс, плотности – 2 кг/м³. *В ноябре* слой скачка плотности находился на глубине от 5 м, в районе Керченского пролива – на глубине 11 м. В Керченском проливе наблюдались черноморские воды с солёностью 14–15.0 епс. Повсеместно отмечены “нулевые” концентрации минерального фосфора. Органический фосфор варьировал в пределах 6–82 мкгP/л (среднее 29.4 мкгP/л). Концентрация нитрит-иона в акватории моря была невелика, составляя 0.9 в поверхностном горизонте и 1.2 мкгN/л у дна.

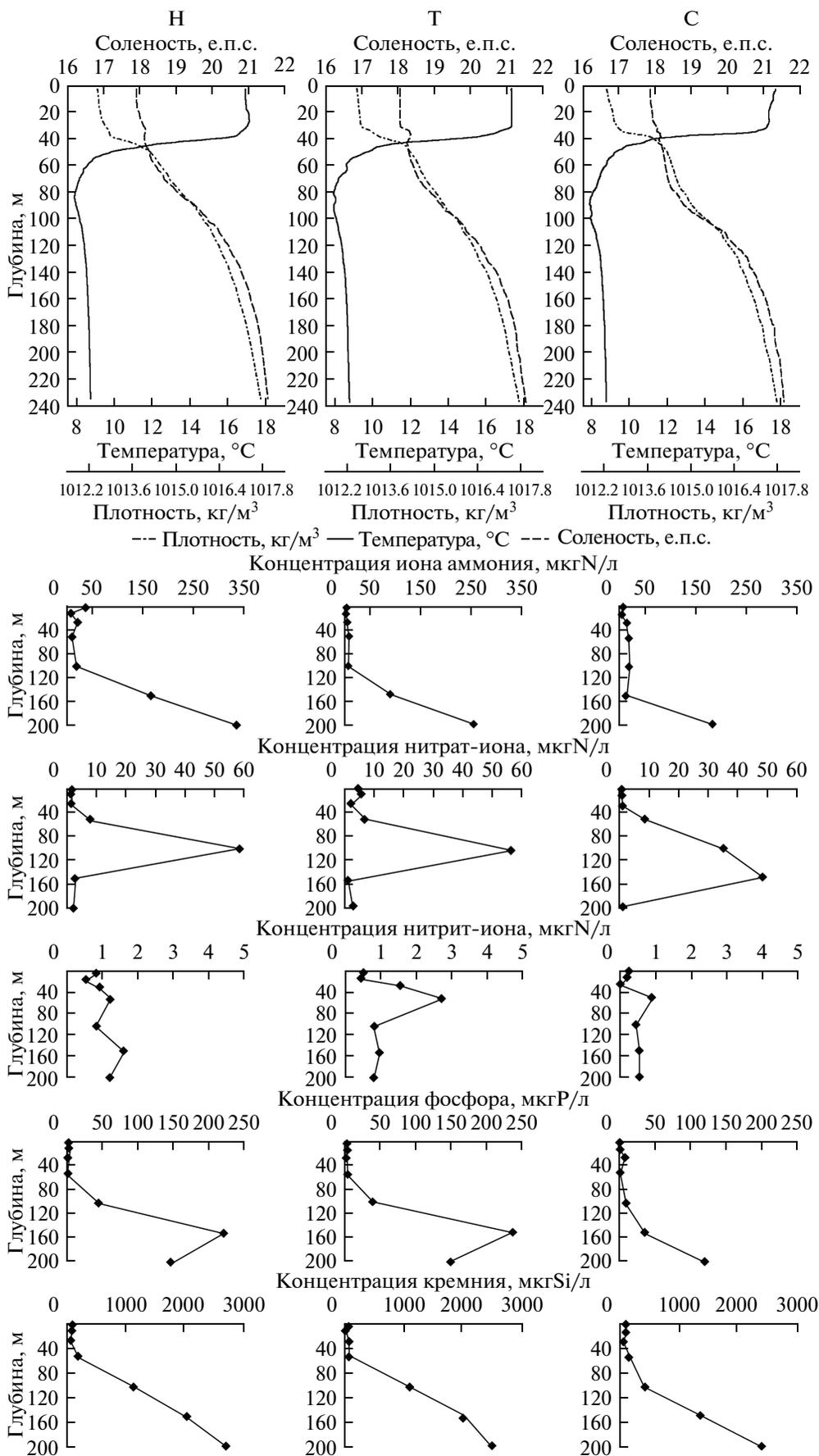
К концу ноября средняя концентрация минерального фосфора повысилась до 5.2 мкгР/л при преобладающем содержании органического фосфора до 43.8 мкгР/л.

Содержание нефтепродуктов в водах Азовского моря было ниже, чем в Таганрогском заливе в 2 и более раза. Летом концентрации нефтепродуктов значительно возрастали (в среднем 0.220 мг/л) и превышали весенние показатели (в среднем 0.032 мг/л) в 10 раз, осенние (в среднем 0.090 мг/л) — в 2.5 раза. В водах Керченского пролива показатели нефтяного загрязнения были выше, чем в водах Азовского моря и изменялись от 0.093 мг/л весной до 0.789 мг/л летом.

Черное море. *Весной* верхний квазиоднородный, перемешанный слой (ВПС) имел мощность до 12–15 м, что характерно для переходного времени года. Наблюдался переход от стратификации зимнего типа, когда ВПС практически сливается с холодным промежуточным слоем (ХПС). ХПС имел мощность 80 м с минимальной температурой — 7.50°C и нижней границей — 100–110 м. На глубоководных станциях верхняя граница слоя скачка температуры находилась на глубинах 10–15 м, а нижняя — 20–25 м, перепад температур составлял в среднем 15.0°C. Максимальный градиент солёности приходился на глубины 80–120 м и достигал 2.0 епс на 20 м глубины. Граница сероводородного слоя находилась на глубинах 120–140 м. Вертикальное распределение фосфатов и нитрат-ионов было сходным — минимальные значения на поверхности и максимальные на глубинах 150–200 м, составляя в среднем 4.6 и 20 мкг/л соответственно. Распределение нитрит-иона было более равномерным и изменялось от аналитического нуля до 7.5 мкгN/л. *В июле* на большей части российской акватории ВПС имеет мощность до 20 м, в водах Абхазии — до 40 м. ХПС на всей акватории выражен слабо. Слой скачка температуры на глубоководных станциях находится на глубинах 10–20 м, нижняя граница доходит до 40 м, перепад температур достигает 20°C. Максимальный градиент солёности приходится на сезонный слой скачка и глубины до 20 м и достигает 0.5 епс на 20 м глубины, что нетипично для лета. Концентрации биогенных элементов в летний период ниже в 2 и более раза, чем в весенний, за исключением показателей концентрации кремния, которые изменялись от 52 до 169 мкг/л, максимум значений приходился на глубины 50–100 м. *В октябре* ВПС на мелководье и свале глубин Анапской банки имел мощность до 40 м. Выявлен сезонный термоклин, верхняя граница которого является непосредственным продолжением ВПС, а нижняя граница располагается на глубинах 45–60 м. Среднее значение перепада температур в этом слое

достигает 7.0°C, вертикальный градиент температуры составляет 0.27°C/м. Холодный промежуточный слой (ХПС) зафиксирован на глубинах 60–120 м, ядро ХПС прослеживается на глубине 90–100 м со значением температуры в 7.8°C. Слой скачка солёности (сезонный галоклин) на глубоководных станциях расположен на глубинах от 40 до 110 м, вертикальный градиент солёности составлял 0.037 епс на 70 м глубины. Слой скачка плотности располагался в пределах 35–50 м. *В ноябре* ВПС имеет мощность 20–40 м. ХПС зафиксирован на мористых, глубоководных станциях и располагался на глубинах 50–120 м, с минимальным значением температуры — 8.30°C. Термоклин и пикноклин на глубоководных станциях находился на глубинах 30–50 м. Перепад плотности на этих глубинах достигает 4 кг/м³. Максимальный градиент солёности приходился на сезонный слой скачка и глубины до 40 м, достигая 0.5 епс на 20 м глубины. Распределение концентрации аммонийного иона в верхнем горизонте вод имеет значительные пространственные и вертикальные градиенты. Концентрация нитрат-иона варьирует в диапазоне 0.12–5.5 мкгN/л. Подобно нитрит-иону в глубинном распределении нитрат-иона отмечены повышенные концентрации на глубинах 50–150 м. В поверхностном слое вод содержание NO₂⁻ в среднем составляет 0.46 мкгN/л. На глубинах 50 и 150 м отмечены повышенные концентрации нитрит-иона — выше 1 мкгN/л. В поверхностном горизонте отмечены низкие концентрации фосфора (0–3 мкгР/л). На глубине 100 м концентрация фосфора значительно повышена и увеличивается с глубиной. В фотической зоне вод различных участков Черного моря отмечено аналогичное распределение между формами фосфора — около 1.0 мкгР/л минеральной формы и 9.0 мкгР/л органической. Распределение кремния весьма неравномерное и варьирует в пределах 1.8–53 мкгSi/л (среднее 27.6 мкгSi/л) (рис. 2).

Наибольшие концентрации нефтепродуктов в течение года характерны для акватории Черного моря в районах Новороссийска и Туапсе (0.015–4.90 мг/л), где имеются крупные нефтяные порты и наиболее напряженный трафик морских перевозок нефти. Курортные акватории Анапы и Геленджика значительно чище в весенний период (менее 0.68 мг/л); летом и осенью концентрация углеводородов нефти возрастает в два и более раза. В Абхазии выявлены относительно низкие уровни загрязнения, но активное судоходство, рыбный промысел и трансграничный перенос из Грузии приводят к увеличению уровня загрязнения до 0.292 мг/л в весенний период. Уровень за-



← **Рис. 2.** Глубоководные вертикальные гидролого-гидрохимические профили в районах Новороссийска (Н), Туапсе (Т) и Сухума (С).

грязнения углеводородами нефти выше допустимых концентраций на всей обследованной акватории от Нижнего Дона и Керченского пролива и до Анапы и Сухума.

Исследования проведены в рамках темы бюджетного финансирования № 01201450487, ФЦП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы”, проекты RFMEFI60414X0050, RFMEFI60714X0059.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Степаньян О.В., Аксёнов Д.С. Комплексные исследования Азовского, Черного и Каспийского морей на НИС “Денеб” в 2007 г. // *Океанология*. 2009. Т. 49. № 2. С. 313–319.
2. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Степаньян О.В. Морские экспедиционные исследования Южного научного центра РАН и Института аридных зон на научно-исследовательском судне “Денеб” в 2008–2011 гг. // *Океанология*. 2013. Т. 53. № 2. С. 276–278.