

Информация.  
Экспедиции ВНИРО

УДК 551.465

**Гидролого-гидрохимические исследования  
в Среднем Каспии в июле-августе 2019 г.***Н.И. Торгунова<sup>1</sup>, Н.В. Аржанова<sup>1</sup>, А.С. Хурсанов<sup>2</sup>, О.А. Львова<sup>2</sup>*<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва<sup>2</sup> Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань

e-mail: biochem@vniro.ru

Представлены сведения о комплексных исследованиях гидролого-гидрохимической структуры Среднего Каспия в июле-августе 2019 года на НПС «Исследователь Каспия». На четырёх квазиширотных разрезах с использованием зондирующего комплекса SBE19 plus Sea Bird, оснащённого серией датчиков и 12 батометрами Нискина, получены данные по растворённому кислороду, сероводороду, основным биогенным элементам (аммонийный, нитритный и нитратный азот, минеральный фосфор) и растворённому органическому углероду. Показано, что картина распределения определяемых элементов и их вертикальная структура соответствуют среднегодовым значениям для летнего сезона. Несмотря на снижение уровня Каспия мощность сероводородного слоя не уменьшилась.

**Ключевые слова:** Каспийское море, гидрохимическая структура, растворённый кислород, сероводород, биогенные элементы, растворённый органический углерод.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-180-174-178

В рамках программы научного сотрудничества ФГБНУ «ВНИРО» и его каспийского филиала «КаспНИРХ» на НПС «Исследователь Каспия», принадлежащем КаспНИРХ, с 16 июля по 9 августа 2019 г. были проведены комплексные экспедиционные исследования гидролого-гидрохимической структуры Среднего Каспия, которые явились продолжением многолетнего совместного экологического мониторинга, проводимого ежегодно, начиная с 1995 г. Основными задачами этих исследований являются: оценка современного состояния среды обитания водных биоресурсов Каспийского моря; анализ изменений вер-

тикальной структуры вод, в значительной степени определяющей биопродуктивность моря; разработка прогнозов возможного развития процессов под воздействием природных и антропогенных факторов в период снижения уровня Каспия.

В Среднем Каспии было выполнено четыре квазиширотных разреза, охватывающих различные части акватории моря — от прибрежных отмелей до глубоководной впадины, всего 29 станций (рис. 1).

Работы проводились с использованием зондирующего комплекса SBE19 plus SeaBird, снабжённого датчиками давления, температуры, электропроводности, pH, растворен-

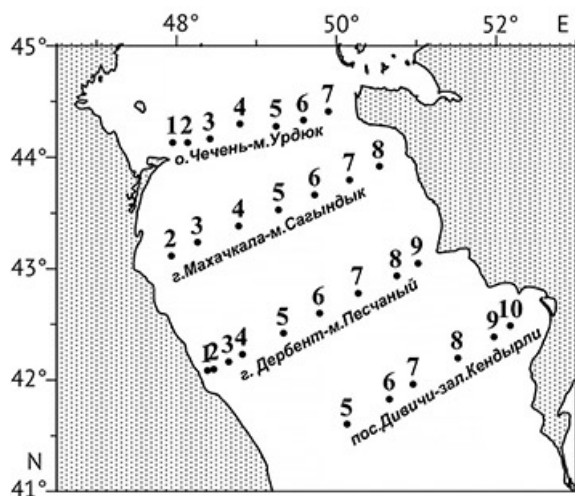


Рис. 1. Схема станций

ного кислород и 12 батометрами Нискина объёмом 5 литров. На стандартных горизонтах отбирались пробы воды для определения pH, растворённого кислорода и основных биогенных элементов (аммонийный, нитритный и нитратный азот, фосфатный фосфор), а также растворённого органического углерода (РОУ) и сероводорода. Растворённый кислород, pH, сероводород и аммонийный азот определялись непосредственно на борту судна сразу после отбора воды. Определения проводили по стандартным методикам [Руководство..., 2003]. Пробы для определения нитритного, нитратного азота и фосфатного фосфора сразу после отбора замораживались при температуре

–18 °С для дальнейшего анализа в береговой лаборатории КаспНИРХ. Пробы на органический углерод консервировались соляной кислотой и хранились при температуре 4 °С. Определение концентраций РОУ было выполнено в стационарной лаборатории ФГБНУ «ВНИРО» методом высокотемпературного каталитического сжигания на анализаторе органического углерода TOC-V<sub>срн</sub> фирмы Shimadzu.

По распределению гидрологических показателей солёности и температуры прослеживается проникновение в западную часть Среднего Каспия трансформированных распреснённых северокаспийских вод. На границе с Северным Каспием наблюдается повышенный горизонтальный градиент — температура увеличивается от 21,5 до 24 °С, а солёность — от 11,0 до 12,4‰ (рис. 2).

По высокому градиенту температуры (от 19,5 до 23,5 °С) выделяется граница зоны влияния прибрежного апвеллинга, ежегодно возникающего в летний сезон [Архипкин, 1990] в восточной части Среднего Каспия вдоль побережья Казахстана.

Содержание аммонийного азота на поверхности невелико и изменяется незначительно, в пределах 0,3 мМ. Отмечена тенденция увеличения его концентрации в направлении от глубоководной части моря (менее 0,4 мМ) к прибрежным районам (до 0,6 мМ). В придонном слое большей части Среднего Каспия распределение

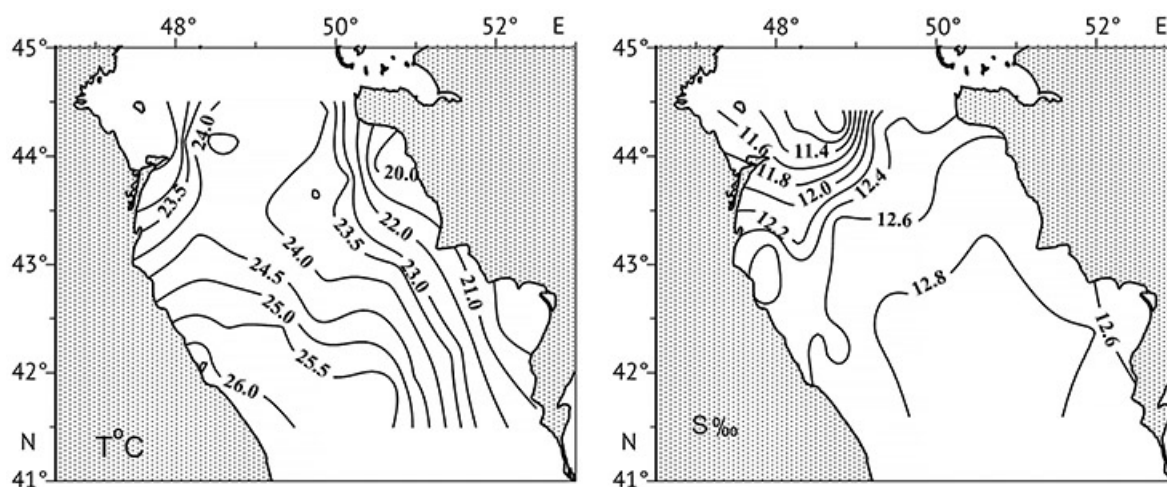


Рис. 2. Распределение температуры (T°C) и солёности (S‰) на поверхности

аммонийного азота однородно, повсеместно около  $0,5 \mu\text{M}$ . Существенное увеличение концентраций иона аммония наблюдается с появлением в воде сероводорода и достигает максимальных значений (более  $5 \mu\text{M}$ ) в районе Дербентской впадины на глубине 800 м (рис. 3).

Концентрации органического углерода изменяются в поверхностном слое от  $7,2 \text{ мг/л}$  до  $7,8 \text{ мг/л}$ , а в придонном — от  $6,4 \text{ мг/л}$  до  $7,6 \text{ мг/л}$ , т. е. изменение содержания РОУ в Среднем Каспии и по площади, и по вертикали (в толще воды) незначительно (рис. 3).

Максимальные концентрации РОУ отмечены в зоне конвергенции трансформированных волжских и среднекаспийских вод, продвигающихся с севера на юг от Мангыш-

лакского порога вдоль западного побережья Среднего Каспия (рис. 3). Это высокопродуктивный район с ядром, расположенным к востоку от о. Чечень, в котором происходит активный нагул осетровых рыб [Катунин, 2014].

Вертикальная структура водной толщи в мелководной части Среднего Каспия при отсутствии ветровой активности соответствует классическим представлениям: чётко выражен термоклин (на глубинах 10–25 м) с максимальным насыщением вод кислородом (до 105%) в нем и постепенным уменьшением его концентраций и величин pH ко дну.

Глубоководная область Среднего Каспия по вертикали делится на две зоны — аэробную и анаэробную. Это обусловлено наличием устойчивой круглогодичной стратификации, сформировавшейся в период

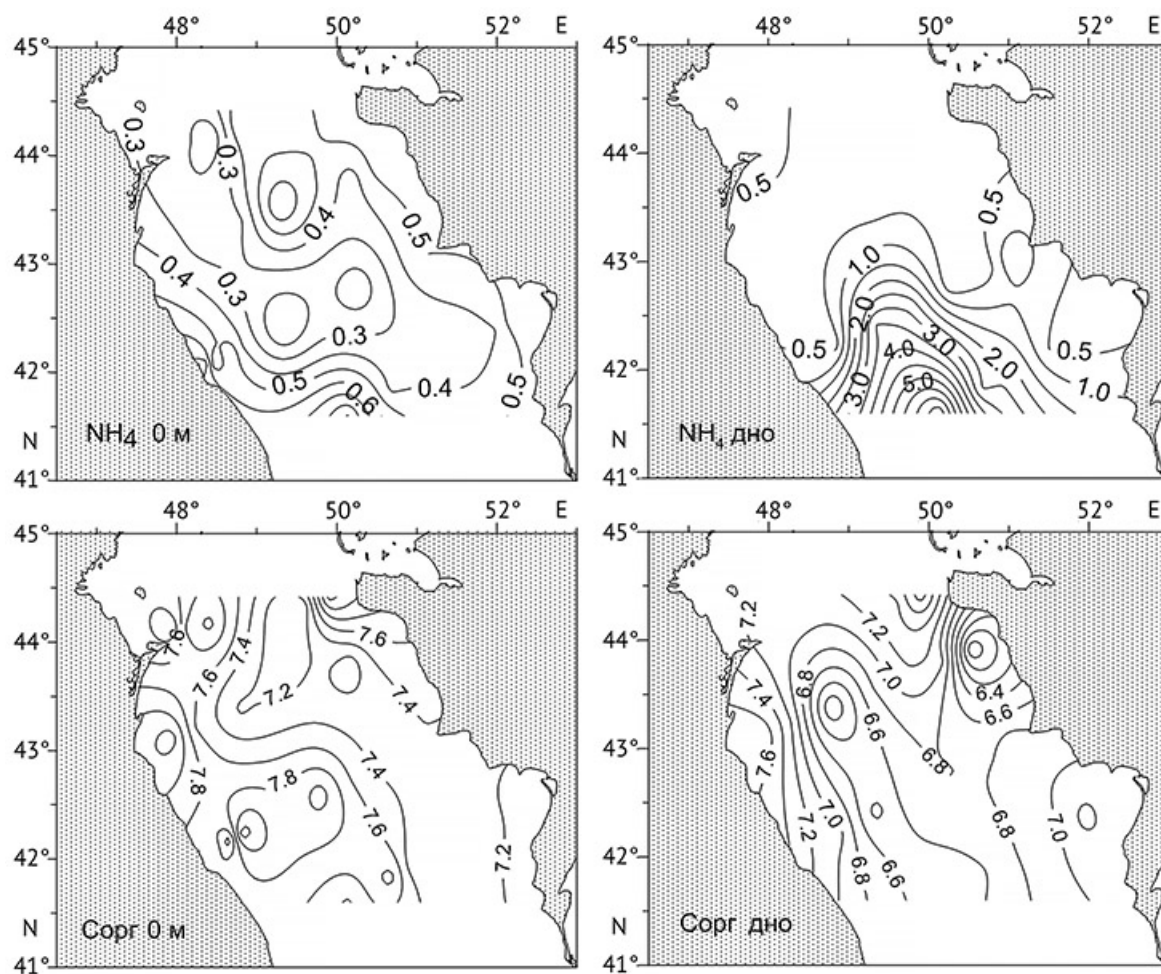


Рис. 3. Распределение аммонийного азота ( $\mu\text{M}$ ) и органического углерода ( $\text{мг/л}$ ) на поверхности и в придонном горизонте

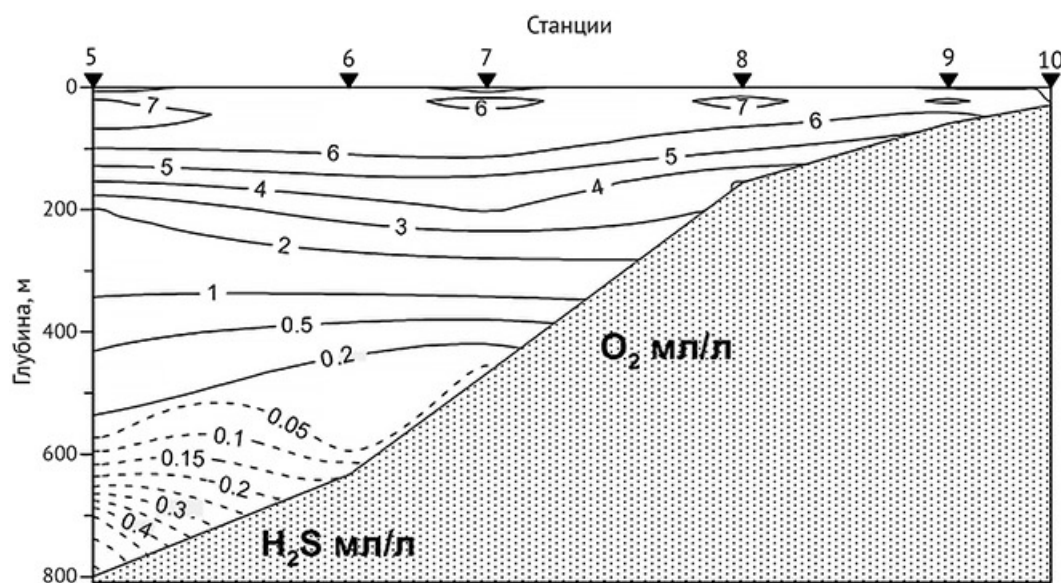


Рис. 4. Распределение растворённого кислорода (сплошная линия) и сероводорода (пунктирная линия) на разрезе пос. Дивичи-зал. Кендерли

высокого уровня Каспийского моря, приведшей к изоляции глубинных вод и отсутствию их аэрации.

Аэробная зона располагается от поверхности до 440–600 м. Максимальные значения растворённого кислорода характерны для верхнего 100-метрового слоя. С глубиной концентрация кислорода резко снижается и уже с 300–350 м зарегистрирована гипоксия ( $O_2$  менее 1 мл/л) (рис. 4).

Анаэробная зона начинается на глубинах от 440 до 600 м (в зависимости от глубины станции) и распространяется до дна. Максимальная концентрация сероводорода зафиксирована на глубине 800 м в Дербентской впадине и составляла 0,57 мл/л. Мощность сероводородного слоя по сравнению с 2016–2018 гг. практически не изменилась. Содержание РОУ в сероводородной зоне незначительно уменьшается по сравнению с поверхностными значениями, примерно на 1 мг/л. Концентрация аммонийного азота, низкая в пределах аэробной зоны, резко возрастает на границе с анаэробной и достигает максимальных величин (более 5  $\mu M$ ) в придонном слое.

Согласно С.В. Бруевичу [1937] при низком стоянии уровня моря определяющим фактором для перестройки вертикальной гидрохимической структуры является интенсивное зимнее выхолаживание поверх-

ностных вод, способствующее ослаблению вертикальной стратификации, увеличению глубины проникновения конвективного перемешивания, улучшению аэрации глубинных вод и разрушению анаэробной зоны. Однако, анализ результатов наших исследований показал, что в настоящее время, несмотря на снижение уровня моря до отметки –28,2 м, вертикальная структура вод Каспийского моря остаётся прежней — в котловинах аэрация глубинных вод отсутствует и концентрация сероводорода в них не снижается.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Архипкин В.С. 1990. Особенности структуры и динамики прибрежного апвеллинга в Каспийском море // Каспийское море. Структура и динамика. М.: Наука. С. 61–74.
- Бруевич С.В. 1937. Гидрохимия Среднего и Южного Каспия. М.: Издательство Акад. наук СССР. 52 с.
- Катунин Д.Н. 2014. Гидрологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги. Астрахань: КаспНИРХ. 478 с.
- Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоёмов и перспективных для промысла районов Мирового океана. 2003. Под ред. Сапожникова В.В. М.: Изд-во ВНИРО. 202 с.

Поступила в редакцию 21.01.2020 г.

Information.  
VNIRO expeditions

**Hydrology-hydrochemical researches of the  
Caspian Sea in July-August 2019**

*N.I. Torgunova<sup>1</sup>, N.V. Arzhanova<sup>1</sup>, A.S. Hursanov<sup>2</sup>, O.A. L'vova<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

<sup>2</sup> Volgo-Caspian branch of FSBSI «VNIRO» («KaspNIRKH»), Astrakhan

Comprehensive research information on hydrology-hydrochemical structure of the Middle Caspian Sea in July-August 2019 on board of R/V “Issledovatel’ Kaspiya” is presented in the article. Data on dissolved oxygen, hydrogen sulfide, basic nutrients (ammonium, nitrite and nitrate nitrogen; mineral phosphorus) and dissolved organic carbon were obtained in four quasi-latitudinal sections using the probing complex SBE19 plus Sea Bird, equipped with a series of sensors and twelve Niskin bathometers. It is shown, that the distribution patterns of determined elements and vertical structure correspond to average annual values of the summer season. Despite the sea level decline, the thickness of hydrogen sulfide layer of the Caspian Sea hasn't decreased.

**Keywords:** the Caspian Sea, hydrochemical structure, dissolved oxygen, hydrogen sulfide, nutrients, dissolved organic carbon

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-180-174-178

**REFERENCES**

- Arhipkin V.S.* 1990. Osobennosti struktury i dinamiki pribrezhnogo apvellinga v Kaspijskom more [Structure and dynamics features of littoral upwelling in the Caspian Sea] // Kaspijskoe more. Struktura i dinamika. M.: Nauka, S.61–74.
- Bruevich S.V.* 1937. Gidrohimiya Srednego i YUzhnogo Kaspiya. [Hydrochemistry of Middle and South Caspian Sea]. M.: Izdatel'stvo Akad. nauk SSSR. 52 s.
- Katunin D.N.* 2014. Gidrologicheskie osnovy formirovaniya ekosistemnykh processov v Kaspijskom more i del'te reki Volgi. [Hydrological formation basis of ecosystem processes in the Caspian Sea and of the Volga River Delta]. Astrakhan': KaspNIRH. 478 s.
- Rukovodstvo po himicheskomu analizu morskikh i presnykh vod pri ekologicheskom monitoringe rybohozyajstvennykh vodoemov i perspektivnykh dlya promysla rajonov Mirovogo okeana.* [Chemical analysis guide of marine and fresh waters during environmental monitoring of fishery reservoirs and perspective areas for fishing in the World Ocean]. 2003. Pod red. Sapozhnikova V.V. M.: Izd-vo VNIRO. 202 s.

**FIGURE CAPTIONS**

**Fig. 1.** Scheme of stations.

**Fig. 2.** Temperature (T°C) and salinity (S‰) distribution on the surface.

**Fig. 3.** Distribution of ammonium nitrogen (μM) and of dissolved organic carbon (ml/l) on the surface and at the bottom.

**Fig. 4.** Distribution of dissolved oxygen (solid line) and hydrogen sulfide (dotted line) in the section of settlement Divichi — the Bay of Kenderli.