

УДК 556.55

## К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ГИПЕРГАЛИННЫХ ВОДОЁМОВ ТАМАНСКОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

© 2016 г. **Ж. П. Селифонова**<sup>1,2</sup>, д-р биол. наук, гл. н. с., доцент,  
**В. К. Часовников**<sup>3</sup>, канд. геогр. наук, в. н. с., зав. лаб.

<sup>1</sup>Государственный морской университет им. адмирала Ф. Ф. Ушакова, Новороссийск, Россия

<sup>2</sup>Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

<sup>3</sup>Южное отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Геленджик, Россия

E-mail: Selifa@mail.ru

Поступила в редакцию 23.09.2016 г. Принята к публикации 21.12.2016 г.

Впервые проведены исследования гидрохимии воды, грунтов и планктона в гипергалинном озере Солёное и лимане Горький. В июле 2010 г. воды этих водоёмов характеризовались превышением ПДК для тяжёлых металлов, фенолов, БПК, донные отложения — превышением ДК для тяжёлых металлов и нефтепродуктов. В лимане Горький отмечено цветение воды эвгленовой водорослью *Eutreptia* sp. По показателям численности галофильного рачка *Artemia* (от 35 до 126 тыс. экз./м<sup>3</sup>, в среднем 72.7 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и параметрам целебных качеств рапы (166–199‰) ультрагалинное озеро Солёное можно отнести к группе водоёмов, имеющих важное региональное значение. Данный водоём следует включить в состав особо охраняемой природной территории «Анапская пересыпь».

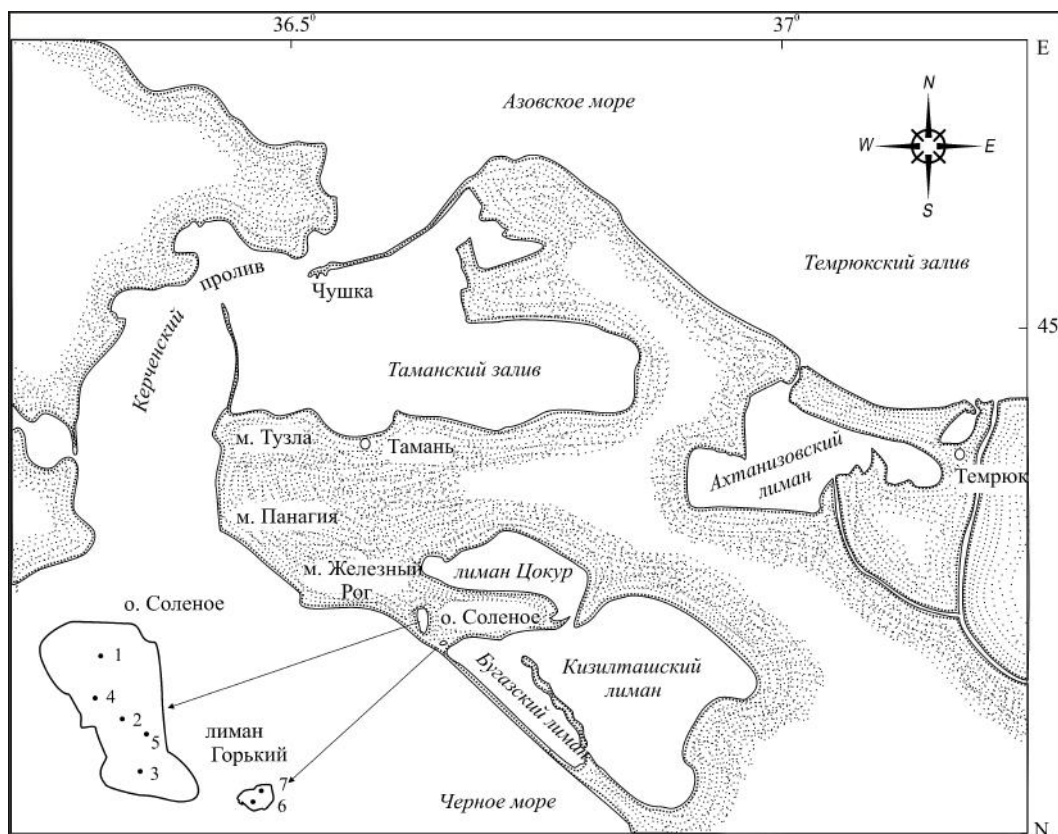
**Ключевые слова:** гидрохимия воды и донных отложений, фитопланктон, зоопланктон, озеро Солёное, лиман Горький

В условиях возросшего антропогенного воздействия на черноморское побережье Таманского полуострова вопрос оценки экологического состояния гипергалинных материковых водоёмов (озера Солёное и лимана Горький) приобретает особую значимость. Интерес к исследованию озера Солёное обусловлен ценностью его природных рекреационных и бальнеологических ресурсов (лечебной рапы, сульфидно-иловых грязей и источников минеральной хлоридно-натриевой воды). Считается, что аналогом природных рекреационных и бальнеологических ресурсов озера Солёное служит грязь озёр Чокрак и Саки в Крыму, а также озера Турали в республике Дагестан. О лечебных свойствах этого озера известно с 1858 г. Раньше здесь были соляные промыслы, но с 1952 г. разработка соли прекращена. До сих пор целебную грязь озера вывозят в грязелечебницы курортов Анапы и Геленджика, однако данных о её химическом составе, загрязняющих веществах и составе планктона в литературе нет. В 1995 г. озеро Солёное рассматривали как одно из мест возможного размещения морского терминала Каспийского трубопроводного консорциума. Вследствие экологической неприемлемости этот вариант был отклонен. В 2008 г. в Стамбуле на международном форуме «ЮгТранс-2008. Диалог мировых держав» прозвучала идея о необходимости создания нового грузового порта в месте, где сейчас располо-

жено озеро Солёное. Проект должен был решить проблемы специального угольного комплекса и перегрузки контейнеров, а также важный стратегический вопрос размещения кораблей военно-морского флота. На месте озера предусматривали вырыть огромный котлован глубиной до 15–17 м и соединить его глубоководным каналом с морем. До сих пор эта идея не воплотилась в конкретные решения. В настоящее время на стадии согласования находится проект постановления Администрации Краснодарского края о создании особо охраняемой природной территории «Анапская пересыпь», в состав которой войдут Бугазская коса, акватории Бугазского и Витязевского лиманов. В связи с этим оценка качества воды (рапы), грунтов и планктона озера Солёное и лимана Горький является актуальной задачей. Цель работы — изучение гидрохимии воды, планктона и содержания загрязняющих веществ в грунтах в гипергалинном озере Солёное и лимане Горький.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования воды и донных отложений в озере Солёное и лимане Горький послужили гидрохимические данные, собранные согласно сетке станций в период максимального осолонения вод (в июле 2010 г.) (рис. 1). На тех же станциях производили сборы проб фи-



**Рис. 1.** Карта-схема станций отбора проб в озере Солёное и лимане Горький в июле 2010 г.

**Fig. 1.** The map of sampling survey in Solenoe Lake and Gor'kiy Liman, July 2010

топланктона и зоопланктона.

Водоёмы расположены в зоне рекреации между мысом Железный рог и Бугазским лиманом (п. Веселовка) (рис. 1). Озеро Солёное от Чёрного моря отделено песчаной 100-метровой пересыпью — косой Бугаз. Его длина — 1,5 км, ширина — 1 км, максимальная глубина — 30 см. На северо-западном берегу находятся грязевые сопки Поливадина и Макотра. В начале XIX в. оно было частью Кубанского лимана, в который впадала главная протока реки Кубани — Ждига. К середине XIX в. Кубанский лиман распался на несколько небольших лиманов — Витязевский, Кизилташский, Цокур и Бугаз. От Бугазского лимана отделилось озеро Солёное. Летом озеро почти высыхает, зимой во время дождей и штормов заполняется водой. Лиман Горький прилегает к Бугазскому лиману. Это сравнительно небольшой по площади водоём, в прошлом известный целебными свойствами сероводородной грязи. На берегу лимана ведутся земляные работы, и в аномально жаркие летние сезоны он практически пересыхает.

Список параметров гидрохимических наблюдений включал 22 компонента, которые отражали газовый и ионный состав воды, содержание биогенных элементов, органического вещества, микроэлементов, специфических загрязнителей неорганической и органической природы. Оценку качества воды производили по кратности предель-

но допустимых концентраций (ПДК) нормируемых гидрохимических показателей, поскольку озеро Солёное относится к лечебным водоёмам и используется для рекреационных целей [3]. Геохимические исследования донных отложений выполнены для 9 показателей: нефтепродуктов, тяжёлых металлов, полихлорбифенилов и бензапирена. Измерение содержания биогенов в воде проводили в соответствии с [4]: неорганический фосфор определяли колориметрически модифицированным методом Морфи и Райли; силикаты — колориметрически по голубому кремнево-молибденовому комплексу (метод Королёва); нитриты — колориметрически; нитраты — колориметрически после восстановления на кадмиевых колонках до нитритного азота; аммонийный азот — колориметрически методом Сэджи — Солорзано.

Определение загрязняющих веществ осуществляли в соответствии со следующими методиками: нефтепродуктов — ПНД Ф 14.1:2:4.128-98; фенола — ПНД Ф 14.1:2:4.182-02; детергентов (катионных поверхностно-активных веществ) — ПНД Ф 14.1:2:4.39-95; ртути — РД 52.10.243-92; тяжёлых металлов (меди, цинка, кадмия, свинца, железа) — ПНД Ф 14.1:2:4.139-98.

Пробы зоопланктона отбирали путём фильтрации 25–50 л воды через сеть Апштейна (размер ячеек — 120 μm). Пробы фиксировали раствором нейтрального формалина

до конечной концентрации 2–4 % и обрабатывали в лабораторных условиях по стандартной методике [5].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Гидрохимия.** В июле в исследуемых мелководных водоёмах (глубина 10 см) наблюдали значительный прогрев воды (до 50 °С). Рапа озера Солёное представляла собой насыщенный солевой раствор до 200 ‰ (166–199 г солей на кг воды), лимана Горький — 24.58 ‰. В рапе озера Солёное отмечены низкие величины содержания кислорода, рН и высокие величины БПК, щёлочности, минеральных и органических форм биогенных элементов. Известно, что гипергалинные воды замедляют распад поступающих веществ, что приводит к накоплению токсикантов. Средние величины фосфатов (0.098 мг/л) в рапе озера Солёное были более чем на два порядка выше аналогичных показателей морской воды [6]. Среднее содержание в воде фенола составляло 8 ПДК, кадмия — 1.6 ПДК, свинца — 22.8 ПДК, меди — 6.1 ПДК. В воде лимана Горький отмечены высокие концентрации меди (2 ПДК) и свинца (4 ПДК).

В донных осадках озера Солёное, которые имеют чёрный цвет и сильный запах сероводорода, отмечены полихлорбифенилы и бензапирен. Зафиксированы концентрации нефтепродуктов, превышающие существующие допустимые уровни в морских осадках (1.06 ДК). В донных осадках лимана Горький наблюдалось превышение ДК для нефтепродуктов (0.11 мг/г), меди (38.7 мкг/г) и суммы полихлорбифенилов (26.5 нг/г).

**Фитопланктон.** По показателям фитопланктона рапу озера Солёное можно отнести к олиготрофным водам. Максимальная биомасса фитопланктона, создаваемая за счёт эндемичных видов диатомовых водорослей родов *Amphiprora*, *Cyclotella*, *Fragillaria*, здесь не превышала 0.09 г/м<sup>3</sup>. В лимане Горький в результате цветения воды вследствие массового развития эвгленовой водоросли *Eutreptia* sp. средняя биомасса фитопланктона достигала показателя, характерного для высокоэвтрофных вод (6.5 г/м<sup>3</sup>, 307.2 мг С/м<sup>3</sup>).

**Зоопланктон.** В озере Солёное зоопланктон был представлен единственным видом галофильных жаброногих рачков *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) (syn. *A. tunisiana* Bowen and Sterling, 1978). Этот представитель ультрагалинной фауны способен жить при солёности вод от 40 до 230 ‰ [1]. В июле численность артемии в озере Солёное колебалась от 35 до 126 тыс. экз./м<sup>3</sup> (в среднем 72.7 тыс. экз./м<sup>3</sup>). Максимальная численность артемии отмечена в южной части озера, минимальная — в северной. Среди половозрелых особей отмечены яйценозные самки (76–82 %). Для сравнения: в Куяльницком лимане (Одесская группа лиманов, имеющих региональное и межгосударственное значение) в условиях хорошей прогреваемости водных масс численность *A. salina* достигала 146–430 тыс. экз./м<sup>3</sup> [1]. Известно, что летняя продукция артемии является одним из главных факторов грязеобразования. Грязи,

которые состоят из остатков артемий, богатых пластичными веществами и микроэлементами, представляют исключительную ценность [2]. Вышедшие из яиц молодые рачки являются превосходным стартовым кормом для молоди рыб в промышленных рыбководных хозяйствах и аквариумном рыбоводстве.

В лимане Горький численность артемии была невысокой — 0.28–0.50 тыс. экз./м<sup>3</sup>. В этом водоёме в условиях более низкой солёности отмечены гарпактикоидные copeподы *Metis ignea ignea* Philippi, 1843 при численности 3.6–14.4 тыс. экз./м<sup>3</sup> и *Mesochra* sp. (0.4 тыс. экз./м<sup>3</sup>).

**Выводы.** В июле 2010 г. воды исследуемых гипергалинных водоёмов Таманского Причерноморья характеризовались превышением ПДК для тяжёлых металлов, фенолов, БПК, донные отложения — превышением ДК для тяжёлых металлов и нефтепродуктов. В лимане Горький отмечено цветение воды эвгленовой водорослью *Eutreptia* sp. По показателям численности галофильного рачка *Artemia* и параметрам целебных качеств рапы ультрагалинное озеро Солёное можно отнести к группе водоёмов, имеющих важное региональное значение. Озеро Солёное следует включить в состав особо охраняемой природной территории «Анапская пересыпь» и проводить дальнейший мониторинг экосистемы водоёма для оценки его экологического состояния, биопродуктивности и бальнеологических свойств рапы и грунтов.

**Благодарности.** Авторы благодарят д-ра биол. наук Силкина В. А. (ИО ИО РАН) за предоставленные материалы по фитопланктону.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Адобовский В. А., Шихалева Г. Н., Шурова Н. М. Современное состояние и экологические проблемы Куяльницкого лимана // *Экологическая безопасность прибрежной шельфовой зоны и комплексное использование ресурсов шельфа*. 2002. Т. 1, № 6. С. 69–81. [Adobovsky V. A., Shichaleeva G. N., Shurova N. M. Modern condition and ecological problems of the Kuyal'nitskiy liman. *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoi shel'fovoi zony i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa*, 2002, vol. 5, no. 6, pp. 69–81. (in Russ.).]
2. Бондаренко Л. В., Яковенко В. А. Трансформация видовой структуры ракообразных озера Мойнаки в связи с его опреснением // *Вісник Дніпропетровського університету. Сер.: Біологія. Екологія*. 2000. Т. 8, № 2 С. 100–105. [Bondarenko L. V., Yakovenko V. A. Transformatsiya vidovoi struktury rakoobraznykh ozero Moinaki v svyazi s ego opresneniem. *Visnik Dnepropetrov'skogo universitetu. Ser. : Biologiya. Ekologiya*, 2000, vol. 8, no. 2, pp. 100–105. (in Russ.).]
3. *Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям*. Москва, 1986. 5 с. [Vremennyye metodicheskie ukazaniya po kompleksnoi

- otsenke kachestva poverkhnostnykh i morskikh vod po gidrokhimicheskim pokazatelyam*. Moscow, 1985. 5 p. (in Russ.).
4. *Руководство по химическому анализу морских вод*. РД 52.10.243\_02. СПб. : Гидрометеоздат, 1993. 264 с. [*Rukovodstvo po khimicheskomu analizu morskikh vod*. RD 52.10.243\_02. SPb: Gidrometeoizdat, 1993, 264 p. (in Russ.)].
  5. *Современные методы количественной оценки распределения морского планктона* / ред. М.Е. Виноградов. Москва : Наука, 1983. 279 с. [*Sovremennye metody kolichestvennoi otsenki raspredeleniya morskogo planktona*. M.E. Vinogradov (Ed.) Moscow: Nauka, 1983. 279 p. (in Russ.)].
  6. Часовников В.К., Якушев Е.В., Меньшикова Н.М., Чжу В.П., Куприкова Н.Л. Изменчивость биогенных элементов в прибрежной зоне Черного моря // *Комплексные исследования Чёрного моря*. Москва : Научный мир, 2011. С. 255–268. [Chasovnikov V.K., Yakushev E.V., Menshikova N.M., Chzhu V.P., Kuprikova N.L. Izmenchivost' biogenykh elementov v pribrezhnoi zone Chernogo morya. In: *Kompleksnyye issledovaniya Chernogo morya*. Moscow: Nauchnyi mir, 2011, pp. 255–268. (in Russ.)].

## On conditions of hyperhaline basins of the Taman' coast of the Black Sea

Zh. P. Selifonova<sup>1,2</sup>, V. K. Chasovnikov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Admiral Ushakov Maritime State University, Novorossisk, Russian Federation

<sup>2</sup>Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russian Federation

<sup>3</sup>Southern Branch of the P. P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Gelendjik, Russian Federation

E-mail: Selifa@mail.ru

The researches of hydrochemistry of water and bottom sediments on pollutants and plankton in hypersalinic Solenoe Lake and Gor'kiy Liman were carried out for the first time. In July 2010 the waters of these basins were characterized by excess of maximum allowable concentration for heavy metals, phenols, biological consumption of oxygen, the bottom sediments — in excess of soil guideline values for heavy metals and oil products. The bloom by the euglenoid *Eutreptia* sp. was noted in Gor'kiy Liman. Using the parameters of density of the halophilic crustacean *Artemia* (from 35 to 126 thousand ind./m<sup>3</sup>, on average 72.7 thousand ind./m<sup>3</sup>) and of curative property of a brine (166–199 ‰), the ultrahalinic lake Solenoe can be assigned to the group of reservoirs having important regional value. This basin should be included in the specially-protected natural territory “Anapa Spit”.

**Keywords:** hydrochemistry of water and bottom sediments, phytoplankton, zooplankton, Solenoe Lake, Gor'kiy Liman