

## СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МОРСКИХ ВОД У СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

**И. В. Мезенцева<sup>1</sup>, А. Н. Коршенко<sup>2</sup>, А. О. Долгова<sup>2</sup>, В. Ю. Еркушов<sup>1</sup>,  
Е. В. Катунина<sup>1</sup>, И. В. Митюкова<sup>1</sup>, С. А. Жилиев<sup>1</sup>, Н. А. Чекменева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Севастопольское отделение Государственного океанографического  
института им. Н. Н. Зубова (СО ГОИН),  
Россия, Крым, 299011, Севастополь, ул. Советская, 61,  
e-mail: [mez-irina@mail.ru](mailto:mez-irina@mail.ru);

<sup>2</sup> Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова (ГОИН),  
Россия, 119034, Москва, Кропоткинский пер., 6,  
e-mail: [korshenko58@mail.ru](mailto:korshenko58@mail.ru)

В прибрежных морских водах Западного Крыма в июне–июле 2023 г. исследовались стандартные гидролого-гидрохимические параметры и загрязнение нефтяными углеводородами (НУ), анионными детергентами (АПАВ) и тяжелыми металлами. Показано отсутствие существенных изменений гидрологических показателей из-за прорыва плотины Каховского водохранилища. Соленость воды изменялась в узком диапазоне 17.27–18.71 ‰, кроме небольшого участка в кутовой части Каркинитского залива (24.27 ‰). Стандартный расчет индекса загрязнения вод (ИЗВ) показал преобладающее загрязнение морских вод НУ, концентрация которых была равна или превышала установленный норматив  $ПДК_{НУ} = 0.05 \text{ мг/дм}^3$  в 87 % отобранных проб. Наиболее высокие значения (0.36 и 0.50 мг/дм<sup>3</sup>, 7–10 ПДК) были зафиксированы в Каркинитском заливе на небольшом удалении от берега. Содержание детергентов и тяжелых металлов было невысоким. Кислородный режим в целом находился в пределах нормы на всей исследуемой акватории, за исключением кутовой части Каркинитского залива с дефицитом растворенного кислорода до 27 %. Показана разница в гидрохимическом состоянии Каркинитского и Каламитского заливов Западного Крыма. По величине индекса загрязнения воды Каламитского залива были охарактеризованы как «чистые», а Каркинитского залива – как «умеренно загрязненные».

**Ключевые слова:** Западный Крым, прибрежные воды, нефтяные углеводороды, анионно-поверхностные активные вещества, тяжелые металлы, качество морских вод

### Введение

Экологическое состояние прибрежных вод северо-западного Крыма обусловлено поступлением широкого спектра загрязняющих веществ (ЗВ) антропогенного происхождения с прилегающей территории, подверженной высокой техногенной и рекреационной нагрузкам. Также влияет водообмен с распресненными водами восточного и юго-восточного районов северо-западного шельфа с выраженной сезонной изменчивостью влияния днепровских, бугских и дунайских вод. Из Каркинитского залива загрязненные воды прибрежными течениями выносятся как в северо-западном

направлении, вдоль Тендровской косы в акваторию Одесского залива, так и на юго-запад, вдоль полуострова Тарханкут, отчасти попадая в Каламитский залив. Гидрохимическое состояние и уровень загрязнения акватории заливов в существенной мере определяются обменом с водами северо-западной части моря под влиянием доминирующего циклонического течения и компенсаторных вдольбереговых потоков.

Каркинитский залив является уникальным природным водоемом с орнитологическим заповедником «Лебязьи острова», аквальным комплексом Бакальской косы и озера Бакал, с Голицынским месторождением газа на шельфе Черного моря и промышленной добычей песка из Каланчакского месторождения. В последние десятилетия океанологические исследования в этом районе моря проводились крайне редко и носили фрагментарный характер. В подавляющем большинстве публикаций рассматривается только термохалинная структура вод. В начале столетия было показано масштабное распреснение вод залива в весенне-летний период (Пухтыр и др., 2003; Пухтыр, 2007). Время обновления верхнего слоя (10–16 м) вод оценивалось в 11–14 сут. В это же время результаты многолетних исследований экологии и биологии северо-западной части моря были подробно описаны в сводной монографии (Северо-западная часть Черного моря..., 2006). Кроме особенностей гидролого-гидрохимического режима шельфа (речной сток, осадки, донные отложения, биогенные вещества и кислород) была оценена загрязненность Одесского региона нефтепродуктами, синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ) и тяжелыми металлами (ТМ). Немного позднее показатели динамики биогенных соединений и кислорода в водах северо-западного шельфа, наряду с изменением индекса загрязненности, были подробно разобраны в специальной монографии (Гідрологічні та гідрохімічні показники..., 2008).

Отдельная публикация была посвящена оценке уровня загрязненности донных отложений шельфовой зоны хлорорганическими соединениями (Малахова, 2012). В донных отложениях Каркинитского залива содержание пестицидов достигало 31.73 нг/г, а вблизи от выпуска очистных сооружений г. Красноперекоска обнаружена концентрация суммы ДДТ, превышающая допустимый уровень в полтора раза. Особенности формирования сезонной изменчивости термохалинного режима Каркинитского залива были описаны на основе анализа многолетних баз данных, включая периоды прекращения и перезапуска работы Северо-Крымского канала (Иванов и др., 2018). Позднее было показано, что перекрытие Северо-Крымского канала в 2014 г. практически не отразилось на термохалинной структуре вод западной части Каркинитского залива, а в восточной его части наблюдалось существенное увеличение солености (Совга и др., 2022). Рассмотрение гидрохимического режима акватории в этой работе было ограничено определением биогенных элементов (фосфатов, кремния и неорганических форм азота). Несмотря на точечный характер исследований, выполнено сравнение содержания биогенных элементов для различных частей залива. К примеру, показано увеличение в восточной части залива содержания суммы  $\text{NO}_2$  и  $\text{NO}_3$  в сравнении с его западной частью (Совга и др., 2022). В отдельном разделе сводной монографии по вопросам биогеохимии Черного моря был выполнен детальный анализ

гидрохимического режима северо-западного шельфа (Система Черного моря, 2018). Сравнительная характеристика уровня загрязнения НУ вод в различных частях акватории моря на основе сводной базы данных Черноморской комиссии была выполнена в регулярной «Оценке состояния Черного моря» (Korshenko, 2019).

Цель данной работы состояла в определении гидрохимического состояния прибрежных вод западного Крыма после прорыва Каховской дамбы в июне 2023 г. и поступления пресных вод водохранилища в северо-восточный шельф (СВШ) Черного моря. Проведенные наблюдения были направлены на получение информации о современном состоянии прибрежной зоны полуострова и пополнение базы данных относительно редко проводимых в этом районе наблюдений.

### Материалы и методы

В результате экспедиционных исследований Севастопольского отделения ФГБУ «ГОИН» в июне–июле 2023 г. были получены данные о гидрохимическом состоянии и загрязнении поверхностных вод мелководной прибрежной зоны Каламитского и Каркинитского заливов от Евпатории до Красноперекоска (рисунок 1). На станциях 1–8 отбор проб выполнялся 15 и 30 июня, 3 и 18 июля 2023 г. только с поверхностного горизонта (0.3 м). В Каркинитском заливе пробы с поверхностного и придонного горизонтов были отобраны 1 и 3 июля 2023 г. на мелководных станциях наблюдений в бухтах Узкая и Ярылгачская с глубинами до 7–9 м (ст. 9 и 14 соответственно) и мористых с глубиной 15–22 м (ст. 10–13). Концентрация НУ и тяжелых металлов (ТМ) на всех станциях в обоих заливах была определена только в поверхностном слое, а остальных веществ также в придонных водах Каркинитского залива.

В состав наблюдений вошло определение температуры, солености, водородного показателя рН, щелочности, содержания органических веществ по БПК<sub>5</sub>, концентрации растворенного кислорода, фосфатов и общего фосфора, силикатов, аммонийного, нитритного, нитратного и общего азота. В результате обработки отобранных проб морской воды получены данные по содержанию НУ, анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) и металлов – меди, железа, свинца, марганца и хрома (таблица 1). Концентрация анализируемых веществ получена с применением утвержденных стандартных методов гидрохимического анализа, рекомендованных для морских лабораторий Росгидромета (Качество морских вод., 2023). Для определения концентрации НУ использовался метод инфракрасной спектromетрии, АПАВ – экстракционно-фотометрический, тяжелых металлов – атомно-абсорбционная спектromетрия. Комплексная оценка качества морских вод была выполнена по стандартной методике с использованием расчетных значений индекса загрязненности морских вод (ИЗВ) и соотношением их с определенным классом качества (Качество морских вод., 2023). Для расчета индекса использовались значения трех наиболее значительных загрязнителей, содержание которых в наибольшей степени превышало ПДК, а также растворенного в воде кислорода (Качество морских вод., 2023).

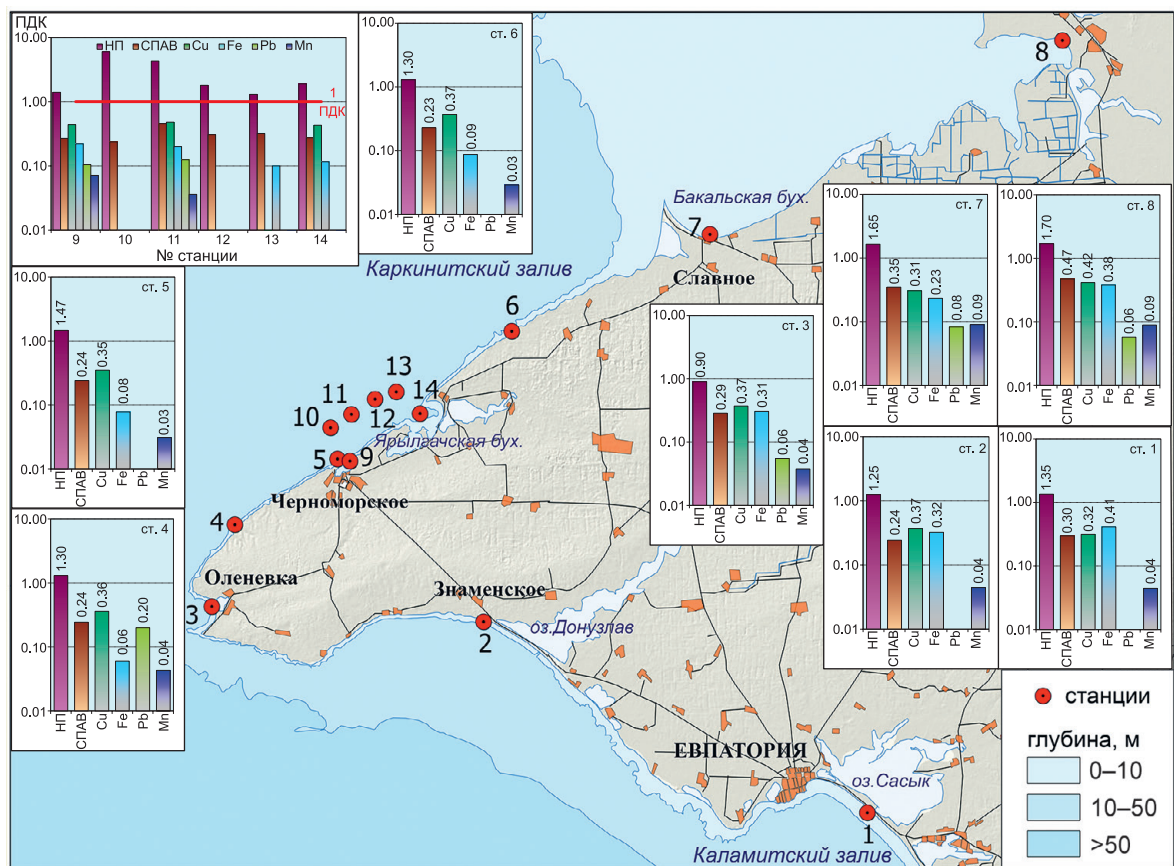


Рис. 1 – Схема расположения станций экспедиционных исследований и распределение среднего содержания ЗВ (в пересчете на ПДК) в прибрежной акватории Каламитского и Каркинитского заливов в июне–июле 2023 г.

Табл. 1 – Значения гидрохимических характеристик прибрежных вод северо-западного Крыма в период 15.06.2023–03.07.2023 гг.

Ингредиент	Диапазон	Среднее	Стандартное отклонение	Количество проб
НУ, мг/дм <sup>3</sup>	0.03–0.50	0.07	0.023	39
АПАВ, мкг/дм <sup>3</sup>	11.6–61.4	28.3	10.89	48
Медь, мкг/дм <sup>3</sup>	0–4.9	1.84	1.53	33
Железо, мкг/дм <sup>3</sup>	0–43.3	12.3	10.80	33
Свинец, мкг/дм <sup>3</sup>	0–2.5	0.47	0.93	33
Марганец, мкг/дм <sup>3</sup>	0–12.4	2.35	3.22	33
Хром, мкг/дм <sup>3</sup>	1.10–3.3	2.10	0.62	33
Кислород, мг/дм <sup>3</sup>	5.48–14.30	9.20	1.52	43

## Результаты и обсуждение

В период проведения экспедиционных исследований температура поверхностных вод варьировала в диапазоне 19.2–30.6 °С, снижаясь до 12.1–13.5 °С на глубинах 20–22 м. Соленость морских вод при среднем значении 18.64 ‰ изменялась в пределах от 17.27 до 18.71 ‰ и только в кутовой части Каркинитского залива в районе Красноперекоска (ст. 8) достигала 24.27 ‰. Величины водородного показателя рН характеризовались относительно высокими значениями в диапазоне 7.98–8.45 ед. рН, в среднем – 8.25 ед. рН. Экстремумы фиксировались у мыса Тарханкут (ст. 3 и 4 соответственно). Приведенные параметры соответствуют данным последних лет для северного взморья Севастопольского региона (Качество морских вод..., 2023). Воды заливов в период наблюдения были хорошо аэрированы. Значения в основном превышали уровень теоретической растворимости кислорода, что является характерным для летнего сезона. Дефицит его был выявлен только в трех пробах: в кутовой части Каркинитского залива (ст. 8) в июне от 4 до 27 % и в июле на взморье у села Стерегущее (ст. 7) до 12 % насыщения. Следует отметить, что в июле в районе Черноморского – Межводного содержание кислорода в придонных водах превышало его содержание у поверхности. Разница достигала 1.62 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> и была более выражена на станциях с максимальной глубиной (ст. 10–13), в то время как на мелководных станциях 9 и 14 она не превышала 0.51 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Возможной причиной такого явления может быть сезонная стратификация с ослаблением вертикальной циркуляции вод и повышенное потребление кислорода в очень теплых поверхностных водах (рисунок 2).

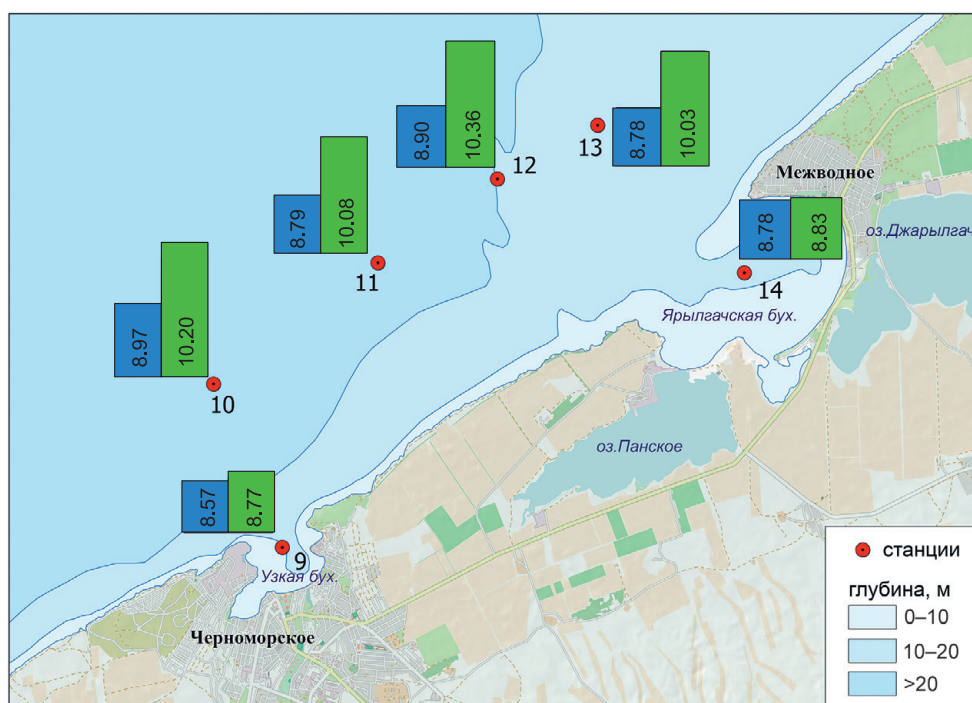


Рис. 2 – Содержание растворенного кислорода (мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) в поверхностном (синий столбик) и придонном слое (зеленый столбик) прибрежных вод Каркинитского залива в июле 2023 г.

Полученные результаты показывают устойчивое высокое загрязнение НУ на всей исследованной акватории прибрежных вод западного Крыма в исследуемый период (рисунок 1). Концентрация НУ была равной или превышала норматив ( $\text{ПДК}_{\text{НУ}} = 0.05 \text{ мг/дм}^3$ ) в 87 % отобранных проб. Наиболее высокие значения ( $0.36$  и  $0.50 \text{ мг/дм}^3$ ) были зафиксированы на удаленных от береговой черты станциях 11 (1 июля) и 10 (3 июля), соответственно. В остальных пробах содержание НУ не превышало 2 ПДК. Небольшое снижение уровня нефтяного загрязнения наблюдалось только 18 июля, когда южнее мыса Тарханкут (ст. 1–3) и севернее мыса в районе Рыбацкого стана (ст. 6) фиксировалась концентрация  $0.03\text{--}0.04 \text{ мг/дм}^3$  ( $<1$  ПДК). В береговой зоне на фоне общего повышенного загрязнения вод НУ выделяются восточные районы Каркинитского залива, где даже по средним значениям содержание ингредиента превысило ПДК в 1.7 раза ( $0.08\text{--}0.09 \text{ мг/дм}^3$ ).

Загрязнение морских вод АПАВ во время экспедиций было значительно ниже ПДК ( $\text{ПДК}_{\text{АПАВ}} = 100 \text{ мкг/дм}^3$ ). Максимальная концентрация детергентов не превышала  $61 \text{ мкг/дм}^3$  в поверхностных водах (ст. 8) и  $30 \text{ мкг/дм}^3$  в придонных (ст. 12). При этом надо отметить рост загрязнения поверхностных вод в период проведения исследования. В Каркинитском заливе 15 июня среднее значение составило  $19 \text{ мкг/дм}^3$  при диапазоне концентрации  $16\text{--}22 \text{ мкг/дм}^3$ , к 30 июня оно возросло до  $37 \text{ мкг/дм}^3$  ( $16\text{--}61 \text{ мкг/дм}^3$ ), а уже 18 июля достигло  $42 \text{ мкг/дм}^3$  ( $27\text{--}61 \text{ мкг/дм}^3$ ). На станциях Каламитского залива среднее содержание АПАВ в те же сроки изменялось в последовательности  $23\text{--}28\text{--}29 \text{ мкг/дм}^3$ . Анализ проб воды с удаленных от береговой черты станций (ст. 10–13) показал, что воды придонного слоя на глубине  $15\text{--}22 \text{ м}$  содержали АПАВ в 1.4 раза меньше поверхностных (по средним значениям  $23$  и  $33 \text{ мкг/дм}^3$  соответственно). Вертикальное распределение этого ингредиента в водах мелководных станций в бухтах Узкая и Ярылгачская имело меньший диапазон –  $27 \text{ мкг/дм}^3$  на поверхности и  $21 \text{ мкг/дм}^3$  у дна.

Превышение нормативов по содержанию металлов в морских водах летом не было зафиксировано. Отмечено незначительное изменение во времени содержания меди и железа в период проведения наблюдений. Рост загрязнения вод медью фиксировался 30 июня и 1 июля, когда среднее содержание достигало  $3.6$  и  $4.4 \text{ мкг/дм}^3$  при диапазоне концентрации  $2.5\text{--}4.9 \text{ мкг/дм}^3$  (рисунок 3). Наибольшее приближение к допустимому уровню ( $\text{ПДК}_{\text{Cu}} = 5 \text{ мкг/дм}^3$ ) выявлено в прибрежных водах у Евпатории и в кутовой части Каркинитского залива, а также на одной из удаленных от берега станций (ст. 11) в районе пгт Черноморское. В последующие дни в половине отобранных проб зафиксировано только следовое содержание меди, а максимальная концентрация достигала  $1.6 \text{ мкг/дм}^3$ . Содержание железа достигало  $35.0\text{--}35.3 \text{ мкг/дм}^3$  в районе Евпатории и  $43.3 \text{ мкг/дм}^3$  возле Красноперекопска ( $\text{ПДК}_{\text{Fe}} = 50 \text{ мкг/дм}^3$ ). При проведении исследований 15 июня, 1 и 18 июля содержание железа не превышало  $13.8 \text{ мкг/дм}^3$ . На прибрежных станциях Каркинитского залива (ст. 4–7) 18 июля концентрация уже была ниже аналитического нуля. Концентрация свинца в 79 % отобранных проб не превышала  $2.5 \text{ мкг/дм}^3$  при установленном ПДК  $10 \text{ мкг/дм}^3$ . Значимые величины выше предела обнаружения в основном были приурочены к кутовой

части Каркинитского залива и к оконечности мыса Тарханкут. В период проведения наблюдений с 15 июня по 3 июля концентрация марганца в половине отобранных проб была ниже предела количественного определения, а в остальных не превышала  $7.1 \text{ мкг/дм}^3$ . Повышенное загрязнение поверхностных вод наблюдалось 18 июля, когда максимальная концентрация достигала  $11.6$  и  $12.4 \text{ мкг/дм}^3$  у с. Стерегущего и г. Красноперекоска ( $\text{ПДК}_{\text{Mn}} = 50 \text{ мкг/дм}^3$ ), а в остальных прибрежных районах изменялась от  $2.6$  до  $5.6 \text{ мкг/дм}^3$ . Содержание шестивалентного хрома в период наблюдений было относительно равномерным и укладывалось в узкий диапазон от  $1.1$  до  $3.3 \text{ мкг/дм}^3$ .

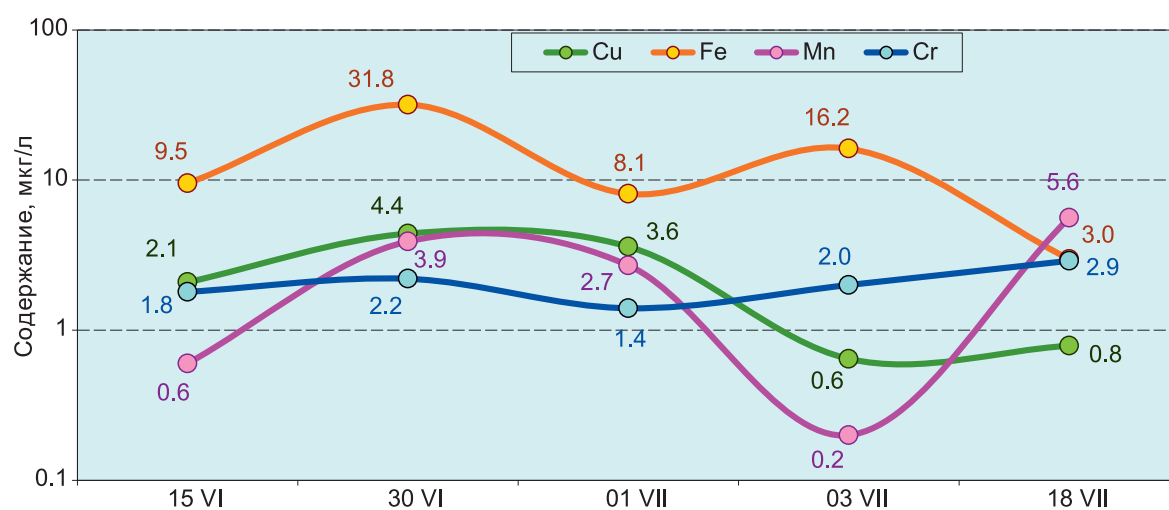


Рис. 3 – Изменение среднего содержания металлов ( $\text{мкг/дм}^3$ ) в прибрежных водах северо-западного Крыма в июне–июле 2023 г.

Полученные результаты определения концентрации различных ЗВ позволили выполнить комплексную характеристику качества морских вод у западного побережья Крымского полуострова. Согласно стандартной методике расчета ИЗВ (Качество морских вод., 2023) для каждой станции были выбраны приоритетные ЗВ, максимально формирующие антропогенную нагрузку на конкретную прибрежную акваторию. Ожидаемо высокое загрязнение наблюдалось в Бакальской бухте и в кутовой части Каркинитского залива (ст. 7, 8), поскольку на востоке залива располагаются основные промышленные предприятия. Воды здесь по величине ИЗВ ( $0.77$ – $0.86$ ) отнесены к III классу качества с характеристикой «умеренно загрязненные» (рисунок 4). На станциях 10 и 12 индекс не рассчитывался, поскольку в пробах не определяли концентрацию металлов.

Самое высокое значение индекса (IV класс качества вод «загрязненные») западнее Ярылгачской бухты в значительной степени определялось экстремальной концентрацией НУ, при этом повышенным было также содержание АПАВ ( $0.46 \text{ ПДК}$ ) и меди ( $0.48 \text{ ПДК}$ ). Повышенное значение  $\text{ИЗВ} = 0.82$  (III класс качества, «умеренно загрязненные») зафиксировано в водах центральной части Ярылгачской бухты, где естественное ограничение водообмена с открытой частью залива способствует

накоплению ЗВ. На остальных станциях прибрежного г/х мониторинга в июне–июле 2023 г. величина ИЗВ составила 0.56–0.69 и воды имели характеристику «чистые». Состав использованных для расчета ИЗВ показателей, который выбирается по максимальному отношению к соответствующей ПДК, позволяет выделить вклад НУ в величину индекса (рисунок 5). В кутовой части Каркинитского залива он составляет 50 %, понижается до 40 % на оконечности м. Тарханкут. Также пониженной была доля НУ в водах у Евпатории и озера Донузлав. Наиболее высокая процентная доля НУ была зафиксирована на небольшом удалении от берега между пос. Черноморское и Ярылгачской бухтой.

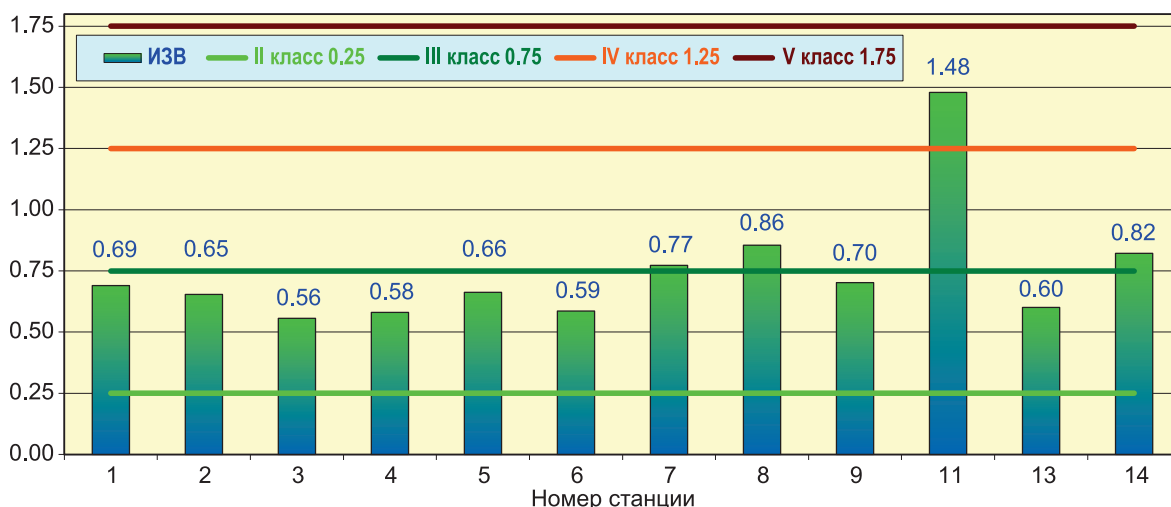


Рис. 4 – Класс качества прибрежных вод северо-западного Крыма в июне–июле 2023 г.

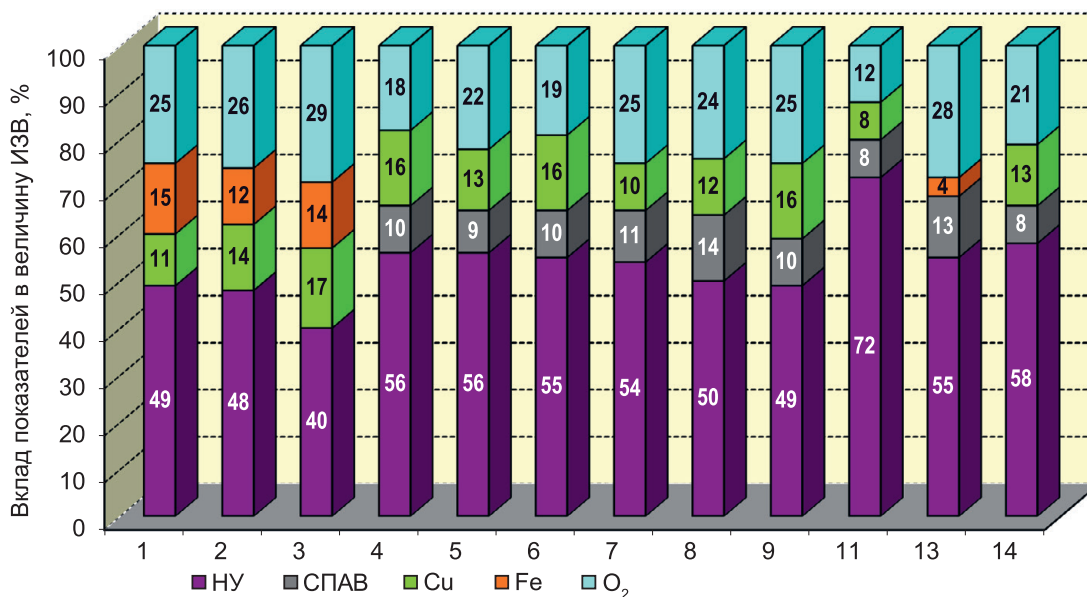


Рис. 5 – Вклад различных загрязняющих веществ в величину индекса ИЗВ в прибрежных водах северо-западного Крыма в июне–июле 2023 г.



Растворенный кислород на всех станциях находился в диапазоне 18–29 %. Так же стабилен вклад меди – от 8 до 17 %. Для остальных нормируемых показателей на станциях Каркинитского залива более характерными являются детергенты, поступление которых в морскую среду связано с недостаточно очищенными выпусками очистных сооружений жилой застройки или объектов рекреационной направленности в прибрежной зоне. Для прибрежных вод Каламитского залива превалирует вклад железа. Оба показателя добавляют в величину ИЗВ по 8–14 % и 12–15 % соответственно.

### Заключение

Проведенные в июне–июле 2023 г. экспедиционные обследования заливов Западного Крыма позволили определить стандартные гидрохимические параметры, концентрацию биогенных элементов, а также уровень загрязнения морских вод нефтяными углеводородами, детергентами и тяжелыми металлами. Показано наибольшее влияние НУ, концентрация которых достигала 10 ПДК. Поэтому на четырех локальных участках Каркинитского залива значения ИЗВ соответствовали классу «загрязненные» и «умеренно загрязненные». В остальных районах воды Каламитского и Каркинитского заливов характеризовались как «чистые». Содержание СПАВ и ТМ не превышало соответствующих ПДК. Кислородный режим в целом был в пределах нормы на всей исследованной акватории. Исключением была кутовая часть Каркинитского залива, где дефицит растворенного кислорода достигал 12 % насыщения. Повышенные значения концентрации отмечены в придонных более холодных водах. Отмечено отсутствие существенного изменения гидрологических показателей, в том числе снижения солености вод, которое могло быть следствием недавнего прорыва дамбы Каховского водохранилища.

### Список литературы

1. *Иванов В. А., Совга Е. Е., Хмара Т. В., Зима В. В.* Термохалинный режим акватории Каркинитского залива и экологические последствия природопользования // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. № 3. С. 22–33.
2. *Качество морских вод по гидрохимическим показателям: Ежегодник-2021* // Под общей ред. А. Н. Коршенко. Москва: ФГБУ «ГОИН», 2023. 248 с.
3. *Малахова Л. В.* Современный уровень загрязненности хлорорганическими соединениями донных отложений украинского шельфа Чёрного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2012. № 26. С. 64–73.
4. *Пухтяр Л. Д., Ильин Ю. П., Белокопытов В. Н.* Сезонная и пространственная изменчивость термохалинной структуры вод Каркинитского залива // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2003. № 8. С. 48–63.
5. *Пухтяр Л. Д.* Сезонные распреснения и осолонения вод Каркинитского залива // МГЖ. 2007. № 4. С. 24–39.

Мезенцева И. В. и др.

6. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Под ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова, Г. Г. Миничевой. Киев: Наукова Думка, 2006. 701 с.
7. Система Черного моря / Под ред. А. П. Лисицына. Москва: Научный мир, 2018. 808 с.
8. *Совга Е. Е., Орехова Н. А., Хмара Т. В.* Термохалинная и гидрохимическая структура вод акватории Каркинитского залива в современный период // *Процессы в геосредах*. 2022. № 2 (32). С. 1617–1624.
9. Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря: довідковий посібник / Відповід. ред. І. Д. Лоева, І. Г. Орлова, М. Ю. Павленко, В. В. Украинский та ін., Київ: КНТ, 2008. 616 с.
10. Korshenko A. Total petroleum hydrocarbons (TPHs). In: *State of the Environment of the Black Sea (2009–2014/5)*. Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC), 2019, Istanbul, Turkey. P. 92–100.

Статья поступила в редакцию 25.12.2023, одобрена к печати 09.04.2024.

**Для цитування:** Мезенцева И. В., Коршненко А. Н., Долгова А. О., Еркушов В. Ю., Катунина Е. В., Митюкова И. В., Жиляев С. А., Чекменева Н. А. Современное экологическое состояние морских вод у северо-западного побережья Крыма // *Океанологические исследования*. 2024. № 52 (1). С. 57–68. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2024.52\(1\).3](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2024.52(1).3).

## CURRENT ECOLOGICAL STATE OF THE SEA WATERS NEAR THE NORTH-WESTERN COAST OF THE CRIMEA

I. V. Mesentseva<sup>1</sup>, A. N. Korshenko<sup>2</sup>, A. O. Dolgova<sup>2</sup>, V. J. Erkushov<sup>1</sup>, E. V. Katunina<sup>1</sup>,  
I. V. Mitukova<sup>1</sup>, S. A. Zilyaev<sup>1</sup>, N. A. Chekmeneva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sevastopol Branch Zubov State Oceanographic Institute (SB SOI),  
61, Sovetskaya Street, Sevastopol, 299011, Russia,  
e-mail: [mez-irina@mail.ru](mailto:mez-irina@mail.ru);

<sup>2</sup> Zubov State Oceanographic Institute (SOI),  
6, Kropotkinsky Line, Moscow, 119034, Russia,  
e-mail: [korshenko58@mail.ru](mailto:korshenko58@mail.ru)

In the Western Crimea coastal marine waters in June–July 2023 the pollution by petroleum hydrocarbons (TPHs), anionic detergents (APAV) and trace elements (heavy metals) was studied. There was no significant change in hydrological indicators, including the water salinity varied in range 17.27–18.71 ‰, which could have been the result of a recent breakthrough of the dam of the Kakhovsky reservoir. The results showed the predominant importance of petroleum hydrocarbons in assessing the quality of marine waters according the standard calculation of Index of Water Pollution (IWP). The concentration of TPHs was equal to or exceeded the established normative MAC = 0.05 mg/dm<sup>3</sup> in 87 % of the samples taken. Two maxima (0.36 and 0.50 mg/dm<sup>3</sup>) were recorded in the Karkinite Bay apart from coast and reached 7–10 MAC. Near coast here the values were rather high also (0.08–0.09 mg/dm<sup>3</sup>). The content of of detergents and heavy metals was quite low and did not reach the corresponded MAC. The oxygen regime was generally within normal limits throughout the studied marine water area. The exception was only the top of the Karkinite Bay, where its deficit of dissolved oxygen reached 27 %. In the colder waters near the bottom the concentrations of oxygen increased. The contribution of each studied pollutants into the level of IWP was assessed. The difference in the hydrochemical state of the Karkinite and Kalamita Bays of the Western Crimea is shown. According to the magnitude of the pollution index, the waters of the Kalamita Bay were characterized as “clean” while the Karkinite Bay as “moderately polluted”.

**Keywords:** Western Crimea, coastal waters, petroleum hydrocarbons, detergents, heavy metals, marine water quality

### References

1. *Gidrologichni ta gidrohimični pokazniki stanu pivnično-zahidnogo shelfu Chornogo morya: dovidkovy posibnik (Hydrological and hydrochemical indicators of the North-Western shelf of the Black Sea: manual)*, 2008, Red. I. D. Loeva, Kiiv, KNT, 616 p.
2. Ivanov, V. A., E. E. Sovga, T. V. Hmara, and V. V. Zima, 2018: Termohalinnyy rezhim akvatorii Karkinit'skogo zaliva i ekologicheskie posledstviya prirodopolzovaniya (Thermohaline regime of the Karkinite Bay water area and the environmental consequences of environmental management). *Ekologicheskaya bezopasnost pribreznoy i shelfovoy zon morya*, **3**, 22–33.
3. *Kachestvo morskikh vod po gidrohimičeskim pokazatelyam: Ezegodnik-2021 (Marine water quality. Annual Report 2021)*. 2023, Red. A. N. Korshenko, Moscow, FGBU «GOIN», 248 p.
4. Korshenko, A. *Total petroleum hydrocarbons (TPHs). State of the Environment of the Black Sea (2009–2014/5)*. Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC), 2019, Istanbul, Turkey, 92–100.

5. Malahova, L. V., 2012: Sovremenny uroven zagryaznennosti hlororganicheskimi soedineniyami donnyh otlozhenii ukrainskogo shelfa Chornogo morya (Modern level of pollution by organochlorine compounds of bottom sediments of the Ukrainian shelf of the Black Sea with organochlorine compounds). *Ekologicheskaya bezopasnost pribreznoy i shelfovoy zon morya*, **26**, 64–73.
6. Pukhtyar, L. D., Yu. P. Ilyin, and V. N. Belokopytov, 2003: Sezonnaya i prostranstvennaya izmenchivost termohalinnoi struktury vod Karkinitskogo zaliva (Seasonal and spatial variability of thermohaline structure of the waters of the Karkinite Bay). *Ekologicheskaya bezopasnost pribreznoy i shelfovoy zonov i kompleksnoe ispolzovanie resursov shelfa*, **8**, 48–63.
7. Pukhtyar, L. D., 2007: *Sezonnnye raspresneniya i osoloneniya vod Karkinitskogo zaliva (Seasonal desalination and salting of the waters of the Karkinite Bay)*. *MGZ*, **4**, 24–39.
8. *Severo-zapadnaya chast Chornogo morya: biologiya i ekologiya (North-Western part of the Black Sea)*, 2006, Red. Yu. P. Zaicev, B. G. Aleksandrov, G. G. Minicheva, Kiev, Naukova Dumka, 2006, 701 p.
9. *Sistema Chornogo morya (Black Sea system)*, 2018, Red. A. P. Lisitsyn, Moscow, Nauchny mir, 808 p.
10. Sovga, E. E., N. A. Orehova, and T. V. Hmara, 2022: Termohalinnaya i gidrohimicheskaya struktura vod akvatorii Karkinitskogo zaliva v sovremenny period (Thermohaline and hydrochemical structure of the waters of the Karkinite Bay in the modern period). *Processy v geosredah*, **2** (32), 1617–1624.

Submitted 25.12.2023, accepted 09.04.2024.

**For citation:** Mesentseva, I. V., A. N. Korshenko, A. O. Dolgova, V. J. Erkushov, E. V. Katunina, I. V. Mitukova, S. A. Zilyaev, and N. A. Chekmeneva, 2024: Current ecological state of the sea waters near the North-Western coast of the Crimea // *Journal of Oceanological Research*, **52** (1), 57–68, [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2024.52\(1\).3](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2024.52(1).3).