УДК 504.4.054(262.5) DOI: 10.5281/zenodo.20799747 EDN: KFPSDO

КОНЦЕНТРАЦИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА (ЧЕРНОЕ МОРЕ) В ДОАВАРИЙНЫЙ ПЕРИОД

© 2026. ***О. А. Миронов, Е. А. Тихонова***

В статье приведена оценка уровней нефтяного загрязнения прибрежной акватории Крымского полуострова в 129 рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (осень 2023 г), полученная до аварии танкеров «Волгонефть – 212 и 239» в декабре 2024 г, что позволяет обозначить имевшийся «углеводородный фон», учитывать который необходимо для достоверных оценок последствий техногенной катастрофы. Для анализа применялся метод инфракрасной спектрометрии, являющийся арбитражным при оценке нефтяного загрязнения. Отмечено, что в пробах морской воды, отобранных с поверхностного горизонта, наблюдался существенный разброс концентрации НУ: от 0,002 до 0,159 мг/л (ПДК – 0,05 мг/л). Установлено, что акватория Южного берега Крыма, за исключением некоторых районов являлась на момент исследования достаточно чистой.

Ключевые слова: поверхностные воды, нефтяные углеводороды, прибрежная акватория, Черное море, Крымский полуостров.

Введение. Проблема загрязнения морских акваторий нефтью и нефтепродуктами остаётся крайне актуальной, особенно для побережья Крыма. За последнее десятилетие экономическая активность в приморских регионах привела к значительному увеличению уровня загрязнения вод Чёрного и Азовского морей, однако меры по охране окружающей среды не претерпели существенных улучшений. Особенно остро этот вопрос стоит на Южном берегу Крыма, где расположены заповедники и заказники, и ведётся постоянная работа по сохранению их экологического состояния.

В последние годы наблюдается изменение источников загрязнения: на первое место выходят хозяйственно-бытовые стоки, которые часто не проходят должной очистки и сбрасываются в прибрежные воды. Это связано с большим количеством городов и посёлков на побережье, где старые системы водопровода и канализации часто становятся причиной аварий. Например, в Ялте были зафиксированы случаи аварийных сбросов сточных вод [1].

По последним данным, с очистных сооружений от Алушты до мыса Сарыч в морскую воду ежегодно сбрасывается около 43 миллионов кубометров очищенных сточных вод, что приводит к выносу в среднем 2,4 тонн нефтепродуктов в год [2]. Это создаёт серьёзную угрозу для экосистемы и санитарно-биологического состояния прибрежных вод.

Однако для Черного моря основными источниками загрязнения являются транспортировка нефти танкерами и добыча углеводородов. Например, через Чёрное море ежегодно транспортируется более 100 миллионов тонн нефти, и эта цифра продолжает расти, что увеличивает риск аварийных разливов [3]. Примером такой катастрофы стал разлив мазута в ноябре 2007 года, когда произошло крушение судна «Волгонефть-139» в Керченском проливе. К сожалению, в декабре 2024 произошла еще одна крупная авария в этом же районе с танкерами «Волгонефть-239 и 212», отдаленные последствия которой еще предстоит оценить. Для этой оценки необходимо учитывать доаварийные уровни нефтяных углеводородов в исследуемых акваториях, чтобы учесть так называемый «углеводородный фон», который присутствует в морской воде в обычных (безаварийных условиях).

Таким образом, необходимо проводить мониторинг концентраций загрязняющих веществ и определять фоновые характеристики экосистем для сохранения биоразнообразия. Однако в последние годы исследования в этой области либо отсутствуют, либо носят локальный характер. Более ранние оценки загрязнения относятся к 1995 [4] и 2016 [5, 6] годам, что подчеркивает актуальность новых исследований.

Постановка задачи. Целью настоящей работы была оценка современных уровней нефтяного загрязнения морской воды прибрежной акватории Крыма, имеющей важное хозяйственное и рекреационное значение, а также провести сравнение полученных данных с более ранними результатами для выявления изменений в экологической обстановке исследуемого полигона и рассматривать полученные значения как «доаварийный фон» в связи с катастрофой танкеров «Волгонефть» в Керченском проливе в декабре 2024 г.

Отбор проб морской воды проводился в рамках 129-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» (ЦКП «НИС «Профессор Водяницкий») в осенний период 2023 г. батометром с поверхностного горизонта (рис. 1).

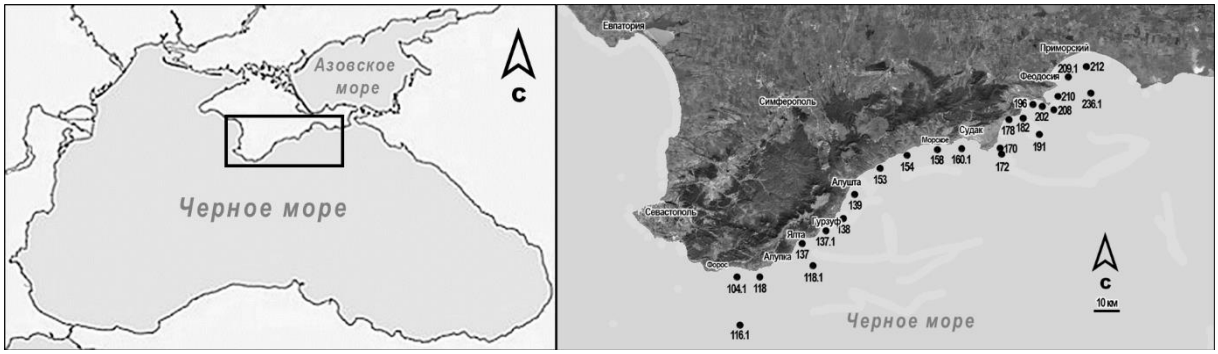

Рис. 1. Карта-схема отбора проб морской воды в прибрежной черноморской акватории Крымского полуострова (129-й рейс НИС «Профессор Водяницкий), осень 2023 г.

Методика исследований. Предварительную пробоподготовку проводили непосредственно на борту судна согласно общепринятой методике [7]. Пробы морской воды с поверхностного горизонта отбирались батометром. В судовой лаборатории проводили трехкратную экстракцию нефтяных углеводородов из 2 л морской воды четыреххлористым углеродом (CCl_4), экстракты обезвоживались сернокислым натрием (Na_2SO_4), объединялись и пропускались через стеклянную колонку, заполненную окисью алюминия (Al_2O_3) для отделения полярных соединений. Экстракты хранились в пробирках с притертыми пробками при температуре 5 ^oC. Измерение содержания нефтяных углеводородов (НУ) проводили в береговых условиях методом ИК-спектрометрии на фурье-спектрофотометре ФСМ-1201 в области спектра 2700–3100 $см^{-1}$. Использование спектрофотометра ФСМ-1201 позволяет достичь высокой чувствительности (предел обнаружения — 0,01 мг/дм³) благодаря высокому соотношению сигнал/шум. Расчёт концентрации при выходе за границы калибровки выполняется программным обеспечением прибора. Визуализация полученных результатов проводилась в программном пакете Golden Software Surfer 11.

Анализ результатов. В пробах морской воды, отобранных с поверхностного горизонта, отмечен существенный разброс концентрации НУ: от 0,002 до 0,159 мг/л (табл. 1). Однако если нижний предел меньше предельно допустимой концентрации (ПДК = 0,05 мг/л) [8] в 25 раз и соответствует показателям для практически чистой

воды (акватория Южного берега Крыма (ЮБК), вблизи Ласточкиного гнезда), то верхний показатель относится к загрязненным нефтепродуктами водам на уровне 3,2 ПДК.

Таблица 1

Концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в морской воде прибрежной черноморской акватории Крыма, осень 2023 г.

№ станции	Дата отбора	Концентрация НУ, мг/л	Район исследования (акватория)
104.1	05.10.2023	0,009	г. Алупка
116.1	05.10.2023	0,014	пгт Симеиз
118	06.10.2023	0,012	пгт Гаспра
118.1	06.10.2023	0,002	Ласточкино гнездо
137	07.10.2023	0,040	Ялтинский залив
137.1	08.10.2023	0,008	пгт Гурзуф
138	09.10.2023	0,012	пгт Партенит
139	09.10.2023	0,006	с. Лазурное
153	10.10.2023	0,010	г. Алушта
154	10.10.2023	0,042	с. Рыбачье
158	11.10.2023	0,008	с. Морское
160.1	11.10.2023	0,051	г. Судак
170	12.10.2023	0,006	м. Меганом
172	12.10.2023	0,012	б. Бугаз
178	13.10.2023	0,004	с. Прибрежное
182	13.10.2023	0,159	пгт Курортное
191	13.10.2023	0,123	пгт Курортное
196	14.10.2023	0,121	Коктебельский залив
202	14.10.2023	0,059	Коктебельский залив
208	14.10.2023	0,087	Коктебельский залив
209.1	15.10.2023	0,040	Феодосийский залив
210	16.10.2023	0,058	б. Двуякорная
212	17.10.2023	0,058	Феодосийский залив
236.1	17.10.2023	0,060	Феодосийский залив

Концентрация НУ на уровне ПДК (0,51 мг/л) на ЮБК выявлена в районе небольшого курортного г. Судак, а содержание НУ близкое к ПДК (0,04 мг/л) отмечено в двух акваториях: Ялтинского залива, на побережье которого находится город-курорт Ялта и ялтинский порт и вблизи курортного посёлка Рыбачье между г. Алуштой и г. Судаком. На остальных станциях этого побережья их концентрации были минимальными и указывали на отсутствие нефтяного загрязнения.

По сравнению с результатами 1995 г. (53-й рейс НИС «Профессор Водяницкий») [4] в настоящее время отмечено снижение концентрации НУ. По данным авторов показатели в поверхностном горизонте составляли от 0 до 0,20 мг/л, в 2016 г. (83-й рейс НИС «Профессор Водяницкий») не превышали 0,131 мг/л [5], тогда как в настоящее время максимальные показатели составили 0,159 мг/л (акватория пгт. Курортное).

Максимальные концентрации НУ отмечены в следующих акваториях: пгт. Курортное (превышение ПДК в 2,5–3,2 раза); Коктебельский залив (в 1,2–2,4 раза); Феодосийский залив (в 1,2 раза, за исключением ст. 209.1) и Двуякорная бухта в п. Орджоникидзе (в 1,2 раза) (рис. 2).

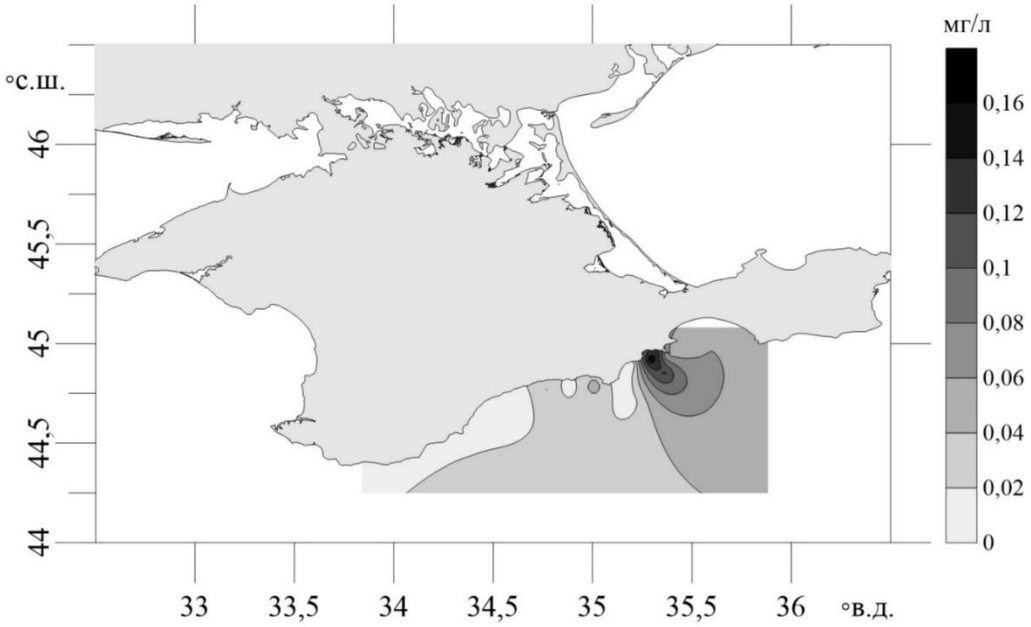

Рис. 2. Содержание нефтяных углеводородов (мг/л) в прибрежной акватории Крымского полуострова (129 рейс НИС «Профессор Водяницкий», осень 2023 г.)

Как видно из представленных данных, основное количество нефтяных углеводородов обнаруживалось в районе Коктебельского залива, превышения санитарных нормативов также обнаруживались и в Феодосийском заливе, при этом большая часть прибрежных акваторий южного берега Крыма была достаточно чистой.

Выводы. Таким образом, полученные результаты показали неоднородность распределения нефтяного загрязнения на различных участках прибрежной черноморской акватории. Концентрации НУ в морской воде соответствовали санитарным требованиям на большинстве станций (63 %). При этом превышение ПДК на некоторых станциях соответствовало портовым районам, а также связано с черноморскими течениями, перераспределяющими загрязняющие вещества по акватории. По сравнению с данными 1995 г. отмечено снижение уровня нефтяного загрязнения побережья Крыма, а с данными 2016 г. – небольшое увеличение показателей. Поскольку на отдельных участках исследуемой акватории концентрации НУ в настоящее время превышают ПДК, то увеличение рекреационной нагрузки на побережье может вызвать дополнительное загрязнение поверхностных вод. Поэтому контроль содержания НУ в прибрежных акваториях необходимо проводить регулярно. Представленные результаты можно использовать в качестве «фоновых» для Крымского побережья при оценке последствий разлива нефтепродуктов в результате аварии танкеров «Волгонефть» в Керченском проливе в декабре 2024 г.

Работа выполнена в рамках гос. задания ФИЦ ИнБЮМ № 124030100127-7 «Изучение биогеохимических закономерностей радиоэкологических и хемоэкологических процессов в экосистемах водоемов Азово-Черноморского бассейна в сравнении с другими акваториями Мирового океана и отдельными водными экосистемами их водосборных бассейнов для обеспечения устойчивого развития на южных морях России».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Риа Новости Крым». На южном берегу Крыма запрещено купание из-за аварии на коллекторе [Электронный ресурс]. – URL: https://crimea.ria.ru/20240623/na-yuzhnom-beregu-kryma-zaprescheno-kupanie-iz-za-avarii-na-kollektore-1138315321.html (дата обращения: 29.05.2026).
2. Дёмина, А.П., Водопотребление и водоотведение в муниципальных образованиях республики Крым и г. Севастополе: современное состояние и проблемы / А.П. Дёмина, А.В. Зайцева, М.А. Харламова // Водные ресурсы. – 2022. – Т. 49, № 4. – С. 395–406.
3. Заграничный, К.А. К вопросу об источниках и объемах поступления нефтяных компонентов в акваторию Черного моря / К.А. Заграничный // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 28 (1). – С. 80–92.
4. Щекатурина, Т.Л. Фоновые уровни загрязнения нефтепродуктами и бенз(а)пиреном шельфовой зоны Крыма (Черное море) / Т.Л. Щекатурина, Т.С. Осадчая, Л.В. Кривошеева // Экология моря. – 2002. – Вып. 59. – С. 80–84.
5. Соловьева, О.В. Загрязнение вод крымского побережья Черного и Азовского морей нефтяными углеводородами зимой 2016 года // О.В. Соловьева, Е.А. Тихонова, О.А. Миронов // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2019. – № 1. – С. 13–18.
6. Мониторинг концентрации нефтяных углеводородов в прибрежных водах Крыма / О.В. Соловьева, Е.А. Тихонова, О.А. Миронов, Д.А. Захарченко // Вода: химия и экология. – 2018. – № 4(6). – С. 19–24.
7. Руководство по методам химического анализа морских вод / под ред. С.Г. Орадовского. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 208 с.
8. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 25.06.2025 № 296 «Об утверждении нормативов качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

REFERENCES

1. Ria-News (2024) *Swimming is prohibited on the southern coast of Crimea due to an accident at the collector.* Retrieved from: https://crimea.ria.ru/20240623/na-yuzhnom-beregu-kryma-zaprescheno-kupanie-iz-za-avarii-na-kollektore-1138315321.html (date of application: 29.05.2026). (In Russian).
2. Dyomina A., et al. (2022) Water consumption and sanitation in the municipalities of the Republic of Crimea and Sevastopol: current state and problems. *Water Resources.* 49(4), 395–406.
3. Zagranichnyi K. (2014) [On the issue of the sources and volumes of oil components entering the Black Sea]. *Inzhenernyi Vestnik Dona – Engineering Bulletin of the Don*. 28 (1), 80–92. (In Russian).
4. Shekaturina T. et al. (2002) [Background levels of pollution by petroleum products and benz(a)pyrene in the Crimean shelf zone (Black Sea)]. *Ekologiya morya – Sea Ecology*. 59, 80–84. (In Russian).
5. Soloveva O. et al. (2019) [Pollution of the waters of the Crimean coast of the Black and Azov Seas by petroleum hydrocarbons in the winter of 2016]. *Izvesiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN – Proceedings of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 1, 13–18. (In Russian).
6. Soloveva O. et al. (2018) [Monitoring of the concentration of petroleum hydrocarbons in the coastal waters of Crimea] *Voda: khimiya i ekologiya – Water: chemistry and ecology*, 4(6), 19–24. (In Russian).
7. Oradovskiy S. (1977) *Guidelines on methods of chemical analysis of marine waters*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 208 p. (In Russian).
8. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 296 dated 06/25/2025 “On Approval of Quality Standards for water bodies of fisheries Significance, including standards for maximum permissible concentrations of pollutants in the waters of water bodies of fisheries significance” (In Russian).

OIL HYDROCARBONS CONCENTRATION IN THE COASTAL WATERS OF THE CRIMEAN PENINSULA (BLACK SEA) PRE-ACCIDENT PERIOD

O. A. Mironov, E. A. Tikhonova

This article presents an assessment of oil pollution levels in the coastal waters of the Crimean Peninsula during 129th cruise of the research vessel “Professor Vodyanitsky” (autumn 2023), obtained prior to the accident involving the tankers “Volgoneft-212” and “Volgoneft- 239” in December 2024. This allows us to identify the existing hydrocarbon background, which must be taken into account for a reliable assessment of the consequences of the man-made disaster. Infrared spectrometry, a method of choice for assessing oil pollution,

was used for the analysis. Seawater samples collected from the surface horizon showed significant variations in hydrocarbon concentrations: from 0,002 to 0,159 mg/l (maximum permissible concentration is 0.05 mg/l). It was established that the waters of the southern coast of Crimea, with the exception of some areas, were relatively clean at the time of the study.

Keywords: surface water, oil hydrocarbons, coastal waters, Black Sea, Crimean Peninsula.

Поступила в редакцию 11.05.2026 г.

Миронов Олег Андреевич
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник лаборатории хемоэкологии, ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, РФ.
E-mail: mironov_oa@ibss-ras.ru
ORCID: 0000-0003-2083-3221
SPIN-code: 6010-2682

Mironov Oleg Andreevich
Candidate of Biological Sciences,
senior researcher, chemo-ecology laboratory,
FRC “A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas”,
Sevastopol, Russia.

Тихонова Елена Андреевна
кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории хемоэкологии, ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, РФ.
E-mail: tikhonova_ea@ibss-ras.ru
ORCID 0000-0002-9137-087X
SPIN-code: 3786-7334

Tikhonova Elena Andreevna
Candidate of Biological Sciences,
leading researcher, chemo-ecology laboratory,
FRC “A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas”,
Sevastopol, Russia.