

УДК [504.5:665.71](262.54.04)

НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА ПОСЛЕ АВАРИИ ТАНКЕРОВ «ВОЛГОНЕФТЬ» В ДЕКАБРЕ 2024 Г.

© 2025 г. О. В. Соловьёва, Е. А. Тихонова, К. М. Зарипова

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,

Севастополь, Российская Федерация

E-mail: zaripova_km@ibss-ras.ru

Поступила в редакцию 29.05.2025; после доработки 13.06.2025;

принята к публикации 12.08.2025.

В декабре 2024 г. в результате аварии двух танкеров, перевозивших мазут, в Керченском проливе в морскую среду поступило до 4 тыс. т нефтепродуктов. С учётом судоходного характера региона и хронической нагрузки углеводородами (УВ) актуальными задачами стали выявление масштабов загрязнения и анализ состояния воды. Цель работы — определить качественный и количественный состав УВ в воде Керченского пролива после аварии. Пробоотбор проведён весной 2025 г. в рамках 134-го рейса НИС «Профессор Водяницкий». Концентрации УВ и н-алканов определены методом газовой хроматографии. Оценены физико-химические параметры воды (рН, Eh, содержание растворённого кислорода, температура и солёность). Значения концентрации УВ колебались от 0,01 до 0,27 мг·л⁻¹, при этом на 6 из 13 станций была превышена ПДК (0,05 мг·л⁻¹). Максимальные величины зафиксированы в акватории Чёрного моря, прилегающей к проливу. На станциях с высокими уровнями содержания УВ в воде обнаружены признаки биodeградированного нефтяного загрязнения. Физико-химические показатели воды оставались в пределах нормы. Распределение н-алканов и состав УВ указывают на активно происходящие процессы самоочищения.

Ключевые слова: загрязнение, вода, углеводороды, Керченский пролив, Чёрное море

Нефтепродукты остаются одним из основных загрязнителей морских экосистем. Значительный вклад в поступление этих поллютантов в морскую среду вносят аварии танкеров [Аварии и последствия танкерной перевозки мазута, 2025]. Первый масштабный инцидент произошёл в марте 1967 г.: в результате крушения танкера Torrey Canyon в акваторию у побережья Великобритании попало более 120 тыс. т нефти. Керченский пролив тоже относится к импактным районам из-за интенсивного судоходства, деятельности портов Кавказ и Крым, а также расположенного в южной части рейдового перегрузочного комплекса [Матишов и др., 2013]. Так, 11 ноября 2007 г. во время шторма здесь затонуло судно «Волгонефть-139», перевозившее 5 тыс. т мазута; около 1,3 тыс. т из них попало в воду [Tikhonova et al., 2021]. Ещё один инцидент произошёл в 2017 г.: крушение потерпел сухогруз «Герои Арсенала» с 19 т дизельного топлива и 1,5 т моторного масла на борту [Крушение сухогруза в Чёрном море, 2020]. Новая катастрофа случилась в проливе 15 декабря 2024 г.: два танкера, «Волгонефть-212» и «Волгонефть-239», с грузом мазута попали в шторм. Одно судно раскололось, а второе село на мель. Это привело к разливу 2,4–4 тыс. т мазута из общего объёма 9,2 тыс. т [Юнусов, 2025].

Благодаря активной циркуляции вод со стороны как Азовского моря, так и Чёрного загрязняющие вещества относительно быстро выносятся за пределы пролива. Течения со стороны Азовского моря преобладают над черноморскими. Важную роль в формировании сгонно-нагонных явлений и колебаний уровня воды на концах пролива играет речной сток, влияющий на водный баланс обоих морей [Еремеев и др., 2003; Керченская авария, 2008]. Исследования свидетельствуют, что наибольшему загрязнению подвержена черноморская часть предпроливья, а течения со стороны Азовского моря преимущественно транспортируют органические вещества аллохтонного и автохтонного происхождения [Немировская и др., 2022а]. По ранее полученным данным, 13 ноября 2007 г. концентрация нефтепродуктов в поверхностном слое воды в месте крушения танкера составляла $2,5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$, то есть достигала 50 ПДК [Матишов и др., 2013], что было в 8 раз выше среднего содержания нефтепродуктов в водах пролива в 1985–1988 гг. [Клёнкин и др., 2007]. В первые месяцы после катастрофы фиксировали значения от 3 тыс. до 14 тыс. ПДК нефтепродуктов в воде и обнаруживали сгустки свежего мазута в донных отложениях. Уже к маю 2008 г. ситуация с нефтяным загрязнением вод и дна пролива стабилизировалась, а к августу 2008 г. пролив полностью очистился от последствий аварийного разлива мазута [Фашук и др., 2010].

Таким образом, с учётом высокой техногенной нагрузки особую актуальность имеет вопрос оценки состояния водных масс Керченского пролива и прилегающих акваторий Чёрного и Азовского морей. Цель настоящей работы — определить качественный и количественный состав углеводородов в воде Керченского пролива после аварии танкеров в декабре 2024 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Отбор проб воды из поверхностного горизонта в Керченском проливе осуществляли в стеклянные ёмкости батометром 15–16 марта 2025 г. (134-й рейс НИС «Профессор Водяницкий») по сетке станций (рис. 1). Работы проводили при скорости ветра $2,4\text{--}9,4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, высоте волн $0,3\text{--}1,2 \text{ м}$ и температуре воздуха $+10,1\text{--}+11,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Физико-химические характеристики воды (температура, солёность, pH, Eh и содержание растворённого кислорода) измерены мультипараметрическим поверенным прибором HI-98194 (Hanna Instruments, Германия). Он обеспечивает определение характеристик в следующих пределах:

- температуры — от $0,0$ до $+50,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, разрешение $0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, погрешность $\pm 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- солёности — от $0,00$ до $70,00 \text{ PSU}$, разрешение $0,01 \text{ PSU}$, погрешность $\pm 0,01 \text{ PSU}$;
- pH — от $0,0$ до $14,0$, разрешение $0,01$, погрешность $\pm 0,02$;
- Eh (окислительно-восстановительного потенциала) — от -2000 до $+2000 \text{ мВ}$, разрешение $0,1 \text{ мВ}$, погрешность $\pm 1,0 \text{ мВ}$;
- растворённого кислорода — от $0,00$ до $50,00 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$, разрешение $0,01 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$, погрешность $\pm 0,10 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$.

Экстракты с гексаном готовили по ГОСТ Р 52406-2005 непосредственно на судне (ЦКП «НИС «Профессор Водяницкий»). Определение содержания углеводородов (далее — УВ) и н-алканов в воде проводили методом газовой хроматографии на хроматографе «Кристалл 5000.2» («Хроматэк», Россия) с пламенно-ионизационным детектором на базе ЦКП «Спектрометрия и хроматография» ФИЦ ИнБЮМ. Метод обеспечивает получение результатов с точностью, не превышающей следующих значений (при доверительной вероятности $P = 0,95$): относительное стандартное отклонение воспроизводимости при концентрации нефтепродуктов от $0,02$ до $0,5 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ включительно — 25% , более $0,5 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ — 13% . Для обработки результатов использовали программное обеспечение «Хроматэк Аналитик 3.0», применяли методы абсолютной калибровки и процентной нормализации. Генезис УВ устанавливали по характеру хроматограмм, распределению н-алканов и биогеохимическим маркерам. Различие средних двух выборок определяли на основании блочных диаграмм (MS Office Excel) с ограничителями выбросов, показывающими распределение данных по квартилям, выделяя медиану и выбросы.

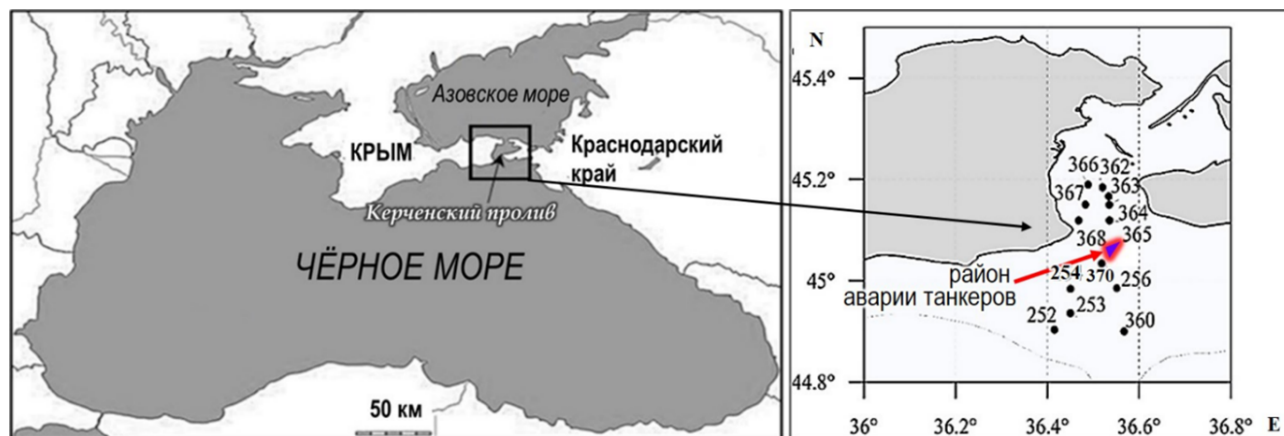


Рис. 1. Карта-схема отбора проб воды из поверхностного слоя в акватории Керченского пролива (134-й рейс НИС «Профессор Водяницкий», март 2025 г.)

Fig. 1. Schematic map of water sampling from the surface layer in the Kerch Strait water area (the 134th cruise of the RV “Professor Vodyanitsky,” March 2025)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Физико-химические параметры воды (табл. 1) являются чувствительными индикаторами загрязнения, в том числе мазутом, и позволяют оперативно выявлять отклонения от естественного состояния морской воды в экосистеме. Значения pH в поверхностном горизонте на исследованных станциях варьировали в диапазоне от 8,2 до 8,4, что свидетельствует о слабощелочной реакции водной среды. Зависимости pH воды от концентрации УВ в ней не отмечено. Значения Eh колебались в пределах от +85 до +134 мВ, что характеризует водную среду как окислительную. Минимальные величины Eh выявлены в воде мелководных станций (например, +85 мВ на ст. 366); на более глубоких станциях значения были выше (+134 мВ на ст. 256). Насыщение кислородом составляло от 101 до 105 %, а концентрация растворённого кислорода — от 9,6 до 10,9 мг·л⁻¹. Наибольшие значения (105 %, 10,9 мг·л⁻¹) зарегистрированы на ст. 366 и 367, минимальные — на ст. 254 (101 %). Водные массы анализируемого района характеризовались насыщением и слабым пересыщением кислородом. На всех станциях отмечено содержание растворённого кислорода выше нормативного значения 6 мг·л⁻¹, что, согласно Приказу Госкомрыболовства РФ № 96 от 28.04.1999, может указывать на оптимальную аэрацию. При загрязнении мазутом обычно фиксируют резкое снижение этих показателей вследствие потребления кислорода на окисление УВ и токсического воздействия на фитопланктон и микрофауну. В данном случае выявленные уровни растворённого кислорода могут косвенно указывать на отсутствие масштабного мазутного загрязнения в воде. Солёность в поверхностных горизонтах варьировала от 18,52 до 18,74 PSU. Эти значения являются характерными для исследуемой акватории. Температура воды в поверхностном горизонте колебалась от +8,5 до +10,0 °С. По органолептическим признакам, включая отсутствие плёнки на поверхности, изменения цвета, запаха и мутности, следов мазута в поверхностном слое воды не отмечено.

Концентрация УВ в исследуемой акватории колебалась в диапазоне от 0,01 до 0,27 мг·л⁻¹ (рис. 2А). На 6 станциях из 13 содержание УВ в воде было выше ПДК (0,05 мг·л⁻¹) или находилось на её уровне. Станции с несущественным превышением санитарных норм (1–1,6 ПДК) были сгруппированы у западного побережья пролива (район города Керчи). На станциях, расположенных в восточной части пролива, значения были в пределах ПДК. Существенное её превышение отмечено на 2 станциях на предпроливном участке Чёрного моря, находящихся южнее места крушения танкеров (рис. 2А).

Таблица 1. Физико-химические показатели поверхностных вод Керченского пролива, март 2025 г.**Table 1.** Physical and chemical parameters of the surface water in the Kerch Strait, March 2025

Номер станции	t, °C	pH	Eh, мВ	DO, %	DO, мг·л ⁻¹	S, PSU
366	+8,81	8,3	+85	104,5	10,9	18,54
362	+9,47	8,4	+88	103,9	10,6	18,67
363	+9,70	8,2	+96	102,0	9,6	18,67
364	+9,73	8,2	+102	104,4	10,5	18,73
365	+9,88	8,2	+88	103,6	10,5	18,73
368	+9,19	8,2	+103	103,5	10,6	18,69
367	+8,71	8,2	+113	105,0	10,9	18,52
252	+9,57	8,2	+100	104,8	10,7	18,74
253	+9,32	8,2	+117	102,7	10,5	18,48
254	+10,63	8,2	+132	100,5	10,3	18,60
370	+9,72	8,2	+120	101,6	10,2	18,49
256	+9,94	8,2	+134	101,2	10,2	18,65
360	+10,00	8,2	+130	101,4	10,3	18,65

Примечание: DO — концентрация растворённого кислорода; S — солёность.

Note: DO, dissolved oxygen; S, salinity.

Доля н-алканов от УВ в поверхностном горизонте воды колебалась от 38 до 78 %, в среднем составляя 60 % (рис. 2Б). Эти значения являются повышенными и свидетельствуют об интенсивном поступлении н-алканов в воды акватории.

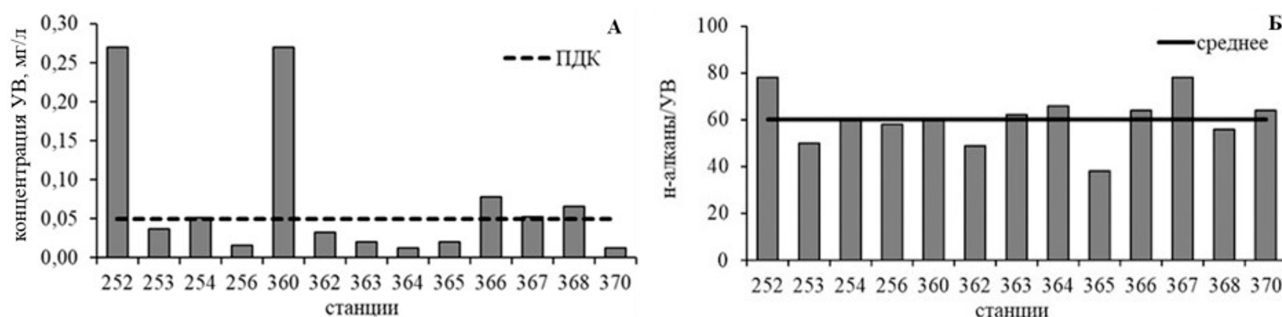


Рис. 2. Концентрации углеводородов (А) и соотношение н-алканы/углеводороды (Б) в поверхностном слое воды Керченского пролива (134-й рейс НИС «Профессор Водяницкий», март 2025 г.)

Fig. 2. Hydrocarbon concentration (А) and n-alkanes/hydrocarbons ratio (Б) in the surface layer of the Kerch Strait waters (the 134th cruise of the RV “Professor Vodyanitsky,” March 2025)

По результатам статистического анализа (рис. 3а–в) выявлено наличие выбросов среди полученных значений концентрации УВ, хроматографически неразделимого фона (unresolved complex mixture, UCM) и долей н-алканов от УВ. Таким образом, установлены станции с показателями, которые существенно превышали величины УВ, характерные для исследованной акватории.

Как уже отмечено, повышенными значениями УВ характеризовались ст. 252 и 360. На них концентрация УВ существенно — в 5,4 раза — была выше ПДК. По параметру доли н-алканов от УВ повышенные значения выявлены на ст. 252 и ст. 367, пониженные — на ст. 365 (рис. 3в). Значения концентрации УВ, зафиксированные на остальных станциях, являются типичными для данного района [Немировская и др., 2022а]. Кроме того, на ст. 252 и 360 зарегистрировано наличие хроматографически неразделимого фона (UCM) — 0,46 и 0,44 мг·л⁻¹ соответственно.

Наличие UCM в воде является индикатором нефтяного загрязнения [Wang et al., 2015]. Подобные величины были зафиксированы в данном районе и ранее (в 2019–2021 гг.): нефтяное загрязнение достигало $0,25 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ [Nemirovskaya et al., 2022b], при этом наличие UCM тогда не регистрировали. На остальных исследованных участках UCM отсутствовал.

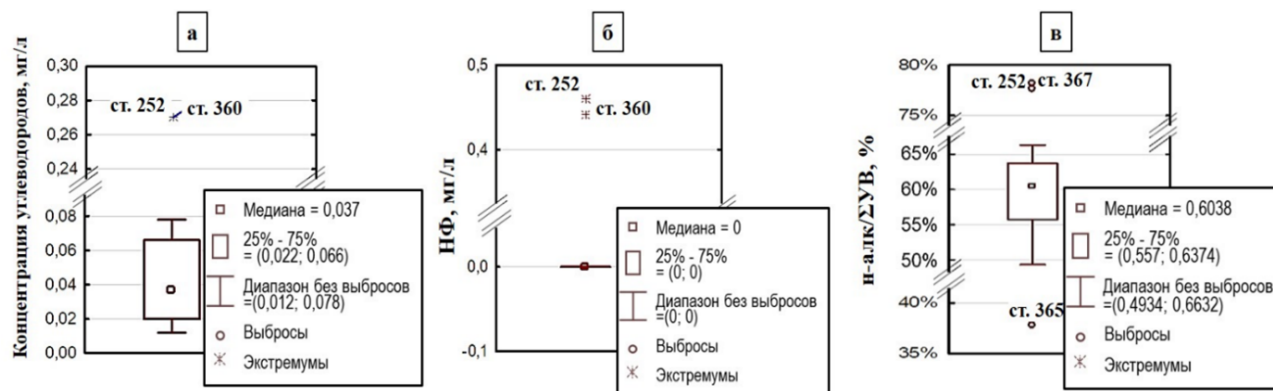


Рис. 3. Коробчатые диаграммы, демонстрирующие наличие статистических выбросов в данных: а — концентрация углеводородов; б — неразделимый фон (UCM); в — соотношение н-алканы/углеводороды

Fig. 3. Box plots showing the presence of statistical outliers in the data: а, hydrocarbon concentration; б, unresolved complex mixture (UCM); в, n-alkanes/hydrocarbons ratio

Хроматографически неразделимый фон может накапливаться и в результате биodeградации насыщенных компонентов нефти [Hu et al., 2018]. «Горб» на хроматограммах смещён в высокомолекулярную область (рис. 4), что также указывает на нефтяную природу UCM [Немировская, 2013], а следовательно, и на наличие в воде нефтяного загрязнения.

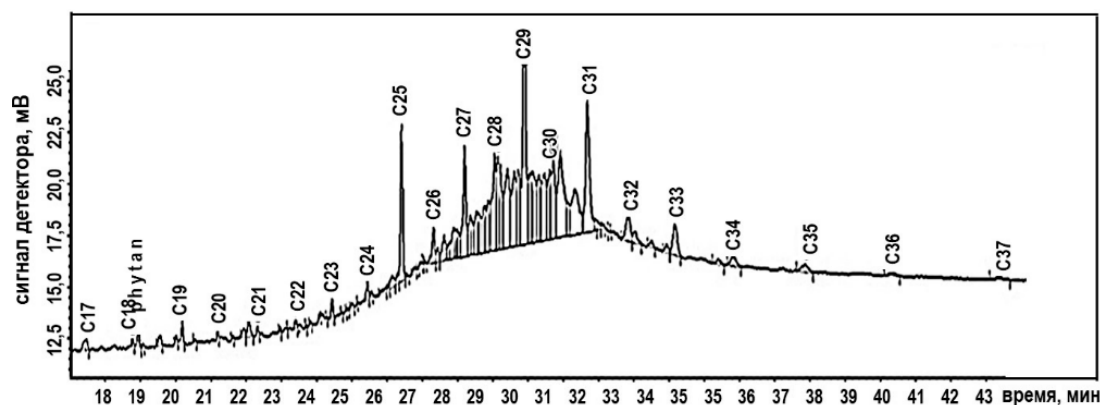


Рис. 4. Пример хроматограммы с наличием неразделимого фона (UCM) в воде поверхностного слоя Керченского пролива (ст. 360) (134-й рейс НИС «Профессор Водяницкий», март 2025 г.)

Fig. 4. Example of a chromatogram showing the presence of an unresolved complex mixture (UCM) in the surface layer of the Kerch Strait waters (sta. 360) (the 134th cruise of the RV “Professor Vodyanitsky,” March 2025)

В исследованной воде идентифицированы н-алканы в диапазоне C_{17} – C_{37} , причём и C_{36} , и C_{37} зафиксированы на ст. 252 и 360. На остальных участках выявлены н-алканы в диапазоне C_{17} – C_{35} , что типично для прибрежных акваторий.

На основании полученных данных установлено существенное отличие содержания нефтепродуктов на ст. 252 и 360 от такового на прочих изученных станциях. Вследствие этого состав н-алканов в выделенных группах станций анализировали отдельно. Так, станции были разделены на две группы — Г1 (ст. 252 и 360) и Г2 (ст. 363, 365, 367, 368, 353, 352, 370, 356). На станциях с низким и умеренным содержанием УВ (Г2) распределение н-алканов имело бимодальный характер (рис. 5а). Для Г2 пики в низкомолекулярной области приходились на автохтонные C_{17} (10 %) и C_{19} (8 %) [Немировская, 2013]. Аллохтонные н-алканы C_{27} (8 %), C_{29} (14 %) и C_{31} (13 %) доминировали над автохтонными, образуя второй максимум. Выявленный характер распределения н-алканов соответствует таковому в прибрежных водах, где преобладающими являются природные источники поступления УВ. Однако с учётом района пробоотбора, в котором фиксировали хроническое нефтяное загрязнение (судоходная артерия) [Nemirovskaya et al., 2022b], можно полагать, что и в данном случае присутствовали следы нефтепродуктов, которые подверглись биотрансформации. Таким образом, в исследованных компонентах водной массы экосистемы Керченского пролива активно происходят процессы самоочищения.

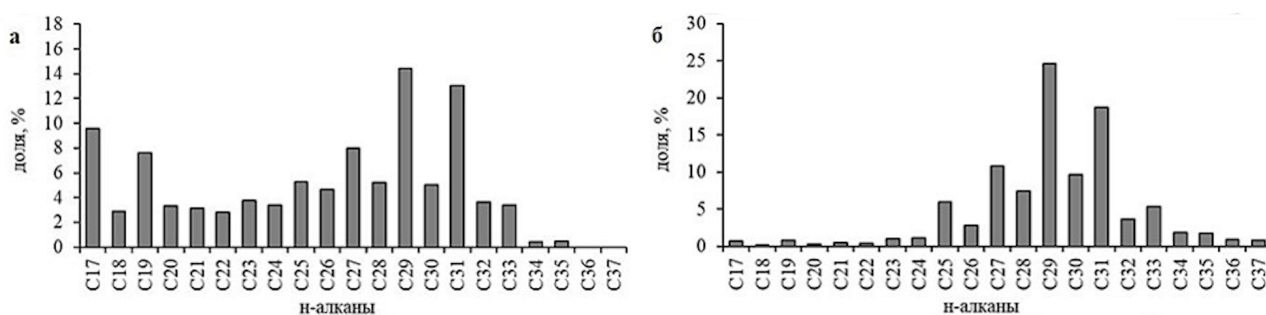


Рис. 5. Распределение н-алканов в воде на станциях с низким и умеренным содержанием углеводородов (а) и с их высоким содержанием (б) в Керченском проливе (134-й рейс НИС «Профессор Водяницкий», март 2025 г.)

Fig. 5. Distribution of n-alkanes in water at stations with low and moderate hydrocarbon content (a) and high hydrocarbon content (b) in the Kerch Strait (the 134th cruise of the RV “Professor Vodyanitsky,” March 2025)

На станциях с высоким содержанием УВ (Г1) распределение н-алканов существенно отличалось от такового для Г2. Содержание автохтонных C_{17} и C_{19} было минорным (не превышало 1 %). Распределение имело одномодальный характер с максимумами C_{27} , C_{29} и C_{31} (рис. 5б), а также с достаточно высокой долей C_{28} и C_{30} . Такой характер распределения сходен с тем, который был зафиксирован в биodeградируемых нефтяных агрегатах [Немировская, 2013]. Распределение н-алканов при биodeградации характеризовалось отсутствием пиков в низкомолекулярной области, свойственных нефтяному загрязнению, и преобладанием пиков C_{26} – C_{29} , что может свидетельствовать о значительной степени выветривания УВ. Преобладание нечётных н-алканов, характерных для аллохтонного вещества, вероятно, связано с активным разложением чётных высокомолекулярных гомологов [Немировская, 2013]. Как установлено ранее, в отдельных случаях после разливов нефти в составе н-алканов доминировали аллохтонные гомологи [Wang, Fingas, 2003].

Для уточнения природы УВ были также рассмотрены дополнительные параметры, в частности маркер CPI_2 (carbon preference index), который является основным для идентификации наличия нефтепродуктов и описывается отношением количества нечётных гомологов в высокомолекулярной области к количеству чётных [Peters, Moldowan, 1993]. При наличии свежего нефтяного загрязнения значения маркера близки к 1. На станциях Г1 его величины составляли 2,3 и 2,8,

что соответствует таковому для биогенного вещества [Ficken et al., 2000]. Если предположить поступление мазута, можно заключить, что его относительно лёгкие компоненты спустя два месяца были деградированы; следом его наличия мог являться «горб» на хроматограмме (см. рис. 4).

Соотношения UCM/н-алканы для станций Г1 составили 2,1 и 2,75 (> 2), что характерно для деградированных нефтепродуктов [Shirmeshan et al., 2016]. Как отмечено ранее, «горб» смещён в высокомолекулярную область и находится под доминирующими пиками, что свойственно нефтяному загрязнению.

На основании характера хроматограмм и значений отдельных маркеров генезиса УВ на станциях Г1 можно предположить, что повышенные концентрации УВ в водных массах этих участков акватории связаны с наличием биodeградированных компонентов нефти. Таким образом, в акватории Чёрного моря, прилегающей к Керченскому проливу, зафиксированы следы нефтяного загрязнения, при этом компоненты нефти сильно биodeградированы, что может указывать на активно происходящие процессы самоочищения.

Заключение. Значения концентрации углеводородов (УВ) в исследуемой акватории колебались в диапазоне от 0,01 до 0,27 мг·л⁻¹. На 6 из 13 проанализированных станций содержание УВ в поверхностном слое воды превосходило ПДК (0,05 мг·л⁻¹) или находилось на её уровне. Станции с несущественным превышением санитарных норм (1–1,6 ПДК) были сгруппированы у западного побережья пролива (район города Керчи). На станциях, расположенных в восточной части Керченского пролива, значения были в пределах ПДК. Существенное превышение ПДК по содержанию УВ отмечено на 2 станциях на предпроливном участке Чёрного моря.

На станциях с низким и умеренным загрязнением УВ характер распределения н-алканов соответствует таковому в прибрежных водах, где преобладающими являются природные источники поступления УВ. Однако с учётом интенсивности судоходства в районе пробоотбора, в котором зафиксировано хроническое нефтяное загрязнение, можно полагать, что в данном случае присутствовали следы нефтепродуктов, которые подверглись биотрансформации.

На станциях с повышенным содержанием УВ, расположенных в прилегающей к Керченскому проливу акватории Чёрного моря, на основании наличия хроматографически неразделимого фона зафиксированы следы нефтяного загрязнения. Генезис последнего остаётся невыясненным ввиду невозможности идентифицировать состав мазута применяемыми методами. Отмечена сильная биodeградация компонентов нефти, что может указывать на активно происходящие процессы самоочищения вод этой акватории.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Оценка нефтяного загрязнения морских прибрежных акваторий Крымского полуострова в результате катастрофы в Керченском проливе в декабре 2024 г. и разработка рекомендаций по оздоровлению прибрежных акваторий через стимулирование процессов естественного самоочищения» (№ гос. регистрации 125050605819-8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Аварии и последствия танкерной перевозки мазута (Керченский пролив – 2007 г., г. Анапа – 2024 г.) / Г. Г. Матишов, А. В. Клещенков, В. В. Кулыгин, С. В. Бердников. Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2025. 152 с. [Avarii i posledstviya tankernoi perevozki mazuta (Kerchenskii proliv – 2007 g., g. Anapa – 2024 g.) / G. G. Matishov, A. V. Kleshchenkov, V. V. Kulygin, S. V. Berdnikov. Rostov-on-Don : Izd-vo YuNTs RAN, 2025, 152 p. (in Russ.)]
2. Еремеев В. Н., Иванов В. А., Ильин Ю. П. Океанографические условия и экологические проблемы Керченского пролива // *Морской экологический журнал*. 2003. Т. 2, № 3. С. 27–40. [Eremeev V. N., Ivanov V. A., Ilyin Yu. P. Oceanographic conditions and ecological problems in the Kerch Strait. *Morskoy ekologicheskij zhurnal*, 2003, vol. 2, no. 3, pp. 27–40. (in Russ.)]. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/717>

3. Керченская авария: последствия для водных экосистем / под ред. И. Г. Корпакова, С. А. Агапова. Ростов-на-Дону : ФГУП АзНИИРХ, 2008. 229 с. [*The Oil Spill Accident in the Kerch Strait: Its Effects on the Water Ecosystems* / I. G. Korpakov, S. A. Agapov (Eds). Rostov-on-Don : FSUE AzNIIRKh, 2008, 229 p. (in Russ.)]. <https://elibrary.ru/llwdzy>
4. Клёнкин А. А., Павленко Л. Ф., Скрипник Г. В., Корпакова И. Г. Характеристика нефтяного загрязнения Азовского моря и закономерности его динамики // *Водные ресурсы*. 2007. Т. 34, № 6. С. 731–736. [Klenkin A. A., Pavlenko L. F., Skripnik G. V., Korpakova I. G. Characteristic of oil pollution of the Sea of Azov and regularities in its dynamics. *Vodnye resursy*, 2007, vol. 34, no. 6, pp. 731–736. (in Russ.)]. <https://elibrary.ru/ibcenb>
5. Крушение сухогруза в Чёрном море: спасатели нашли тела трёх погибших // *РИА Новости* : [сайт]. Москва, 2020. [Krushenie sukhogruza v Chernom more: spasateli nashli tela trekh pogibshikh. In: *RIA Novosti* : [site]. Moscow, 2020. (in Russ.)]. URL: <https://ria.ru/incidents/20170419/1492605203.html> [accessed: 12.04.2025].
6. Матишов Г. Г., Инжебейкин Ю. И., Савицкий Р. М. Воздействие на среду и биоту аварийного разлива нефтепродуктов в Керченском проливе в ноябре 2007 г. // *Водные ресурсы*. 2013. Т. 40, № 3. С. 259–273. [Matishov G. G., Inzhebeikin Y. I., Savitskii R. M. The environmental and biotic impact of the oil spill in Kerch Strait in November 2007. *Vodnye resursy*, 2013, vol. 40, no. 3, pp. 259–273. (in Russ.)]. <https://elibrary.ru/pyskph>
7. Немировская И. А. *Нефть в океане (загрязнения и природные потоки)*. Москва : Научный мир, 2013. 432 с. [Nemirovskaya I. A. *Oil in the Ocean (Pollution and Natural Flow)*. Moscow : Nauchnyi mir, 2013, 432 p. (in Russ.)]. <https://elibrary.ru/ymmlmd>
8. Немировская И. А., Хаустов А. П., Редина М. М. Распределение и генезис углеводородов в воде и осадках акватории Керченского пролива // *Геохимия*. 2022a. Т. 67, № 1. С. 47–56. [Nemirovskaya I. A., Khaustov A. P., Redina M. M. Distribution and genesis of hydrocarbons in water and sediments of the Kerch Strait. *Geokhimiya*, 2022a, vol. 67, no. 1, pp. 47–56. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.31857/S0016752522010095>
9. Фашчук Д. Я., Флинт М. В., Иванова А. А., Ткаченко Ю. Ю. Нефтяное загрязнение среды в Керченском проливе по результатам исследований 2007–2009 гг. // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2010. № 4. С. 86–97. [Fashchuk D. Ya., Flint M. V., Ivanova A. A., Tkachenko Yu. Yu. Kerch Strait oil pollution by the results of 2007–2009 researches. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya*, 2010, no. 4, pp. 86–97. (in Russ.)]. <https://elibrary.ru/mtcpdd>
10. Юнусов Р. Разлив мазута в Керченском проливе: полная хронология катастрофы // *Федерал Пресс* : [сайт]. Москва, 2025. [Yunusov R. Razliv mazuta v Kerchenskom prolive: polnaya khronologiya katastrofy. In: *Federal Press* : [site]. Moscow, 2025. (in Russ.)]. URL: <https://fedpress.ru/article/3372475> [accessed: 01.05.2025].
11. Ficken K. J., Li B., Swain D. L., Eglinton G. An n-alkane proxy for the sedimentary input of submerged/floating freshwater aquatic macrophytes. *Organic Geochemistry*, 2000, vol. 31, iss. 7–8, pp. 745–749. [https://doi.org/10.1016/S0146-6380\(00\)00081-4](https://doi.org/10.1016/S0146-6380(00)00081-4)
12. Hu S.-z., Li S.-f., Wang J.-h., Cao J. Origin of unresolved complex mixtures (UCMs) in biodegraded oils: Insights from artificial biodegradation experiments. *Fuel*, 2018, vol. 231, pp. 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.05.073>
13. Nemirovskaya I. A., Zavialov P. O., Khramtsova A. V. Hydrocarbon pollution in the waters and sediments of the Kerch Strait. *Marine Pollution Bulletin*, 2022b, vol. 180, art. no. 113760 (13 p.). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113760>
14. Peters K. E., Moldowan J. M. *The Biomarker Guide: Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments*. New Jersey : Prentice Hall, 1993, 363 p.
15. Tikhonova E. A., Soloveva O. V., Burdiyan N. V. Assessment of the pollution by organic substances of water and sea bottom sediments of the Kerch Strait and the adjacent Azov–Black Sea water area. In: *Processes in GeoMedia* – vol. 3 / T. Chaplina (Ed.). Cham, Switzerland : Springer Nature Switzerland AG, 2021, pp. 285–293. (Series :

- Springer Geology). https://doi.org/10.1007/978-3-030-69040-3_27
16. Shirneshan G., Bakhtiari A. R., Memariani M. Distribution and origins of n-alkanes, hopanes, and steranes in rivers and marine sediments from Southwest Caspian coast, Iran: Implications for identifying petroleum hydrocarbon inputs. *Environmental Science and Pollution Research*, 2016, vol. 23, iss. 17, pp. 17484–17495. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6825-8>
 17. Wang Z., Fingas M. F. Development of oil hydrocarbon fingerprinting and identification techniques. *Marine Pollution Bulletin*, 2003, vol. 47, iss. 9–12, pp. 423–452. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(03\)00215-7](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00215-7)
 18. Wang M., Wang C., Hu X., Zhang H., He S., Lv S. Distributions and sources of petroleum, aliphatic hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments from Bohai Bay and its adjacent river, China. *Marine Pollution Bulletin*, 2015, vol. 90, iss. 1–2, pp. 88–94.

OIL POLLUTION IN THE KERCH STRAIT AFTER THE “VOLGONEFT” TANKER ACCIDENT IN DECEMBER 2024

O. Soloveva, E. Tikhonova, and K. Zaripova

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation
E-mail: zaripova_km@ibss-ras.ru

In December 2024, up to 4,000 tons of petroleum products entered the marine environment of the Kerch Strait as a result of an accident involving two tankers carrying fuel oil. Considering intensive shipping in the region and chronic hydrocarbon (HC) loading there, the task of determining the extent of pollution and assessing the state of waters has become urgent. The aim of this study was to evaluate the qualitative and quantitative composition of HC in the Kerch Strait waters after the accident. Sampling was carried out in spring 2025 during the 134th cruise of the RV “Professor Vodyanitsky.” HC and n-alkane concentrations were determined by gas chromatography. Physicochemical parameters of waters were also assessed (pH, Eh, dissolved oxygen, temperature, and salinity). HC content ranged 0.01 to 0.27 mg·L⁻¹, with maximum permissible concentration (0.05 mg·L⁻¹) exceeded at 6 stations out of 13. The highest values were recorded in the pre-strait area of the Black Sea. At stations with elevated HC levels, signs of biodegraded oil pollution were recorded. Physicochemical parameters of waters remained within normal limits. The distribution of n-alkanes and HC composition evidence for actively occurring self-purification processes.

Keywords: pollution, water, hydrocarbons, Kerch Strait, Black Sea