

УДК [574.583:504.5](262.5)

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И ЧИСЛЕННОСТИ ПЛАНКТОНА НА СТАНЦИЯХ АЛЬБАТРОС И ФОРΟΣ В КРЫМУ ПОСЛЕ РАЗЛИВА МАЗУТА ВБЛИЗИ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА В 2024 г.

© 2025 г. Д. В. Шеметова¹, М. А. Савицкий², И. А. Рождественская³, А. А. Брагина⁴,
А. В. Кузнецов^{5, 6, *} (ORCID: 0000-0002-0015-7994)

¹ГБОУ СОШ № 45 им. В.И. Соколова, Севастополь, 299003 Россия

²Российский государственный аграрный университет – МСХА
им. К.А. Тимирязева, Москва, 127434 Россия

³Севастопольский многопрофильный колледж им. А.В. Геловани, Севастополь, 299028 Россия

⁴ГБОУ СОШ № 22 им. Н.А. Острякова, Севастополь, 299040 Россия

⁵Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, 299011 Россия

⁶Севастопольский государственный университет, Севастополь, 299053 Россия

*e-mail: kuznet@ibss-ras.ru

Поступила в редакцию 04.02.2025 г.

После доработки 17.02.2025 г.

Принята к публикации 25.02.2025 г.

Представлены результаты сравнительного изучения планктонных организмов на станциях Альбатрос и Форос в Крыму в январе 2024 и 2025 гг. до и после техногенной катастрофы: 15 декабря 2024 г. к югу от Керченского пролива потерпели крушение танкеры “Волгонефть-212” и “Волгонефть-239”, в результате в море вылилось около 2.4 тыс. т мазута. После аварии выявлено значительное снижение биоразнообразия и уменьшение количества морфотипов планктона на ст. Форос, расположенной ближе к эпицентру катастрофы, по сравнению с данными со ст. Альбатрос. Изменения, отмеченные в структуре сообществ, предположительно связаны с негативными последствиями антропогенного загрязнения. Полученные результаты подтверждают важность продолжения мониторинга морских экосистем для оценки динамики восстановительных процессов и разработки стратегии их охраны.

Ключевые слова: Керченский пролив, техногенная катастрофа, планктон, биоразнообразие, экосистема, антропогенное загрязнение

DOI: 10.31857/S0134347525030064, EDN: PYKRGС

Утром 15 декабря 2024 г. к югу от Керченского пролива (Чёрное море) произошло двойное крушение танкеров класса “река-море”, перевозивших в сумме до 9200 т топочного мазута. Танкер “Волгонефть-212” разломился надвое и затонул возле мыса Такиль. Танкер “Волгонефть-239” также был поврежден штормом, дрейфовал и сел на мель в районе мыса Панаягия. Сила ветра в районе катастрофы достигала 25 м/с, высота волн – 4 м, температура воздуха – 5°C, а температура воды – 7°C. В результате в море вылилось не менее 2400 т мазута (Минтранс, 2025). Изменчивая штормовая погода способствовала эмульгированию топлива

и распространению нефтепродуктов, как в поверхностном, так и в нижних горизонтах воды. К 21-му часу северо-западный ветер со скоростью 16 м/с повлиял на движение нефтяной пленки вдоль побережья до пляжей Анапы и заповедника “Утриш”. К 18–19 декабря ветер силой 13 м/с изменил направление на юго-западное, а затем на южное, что способствовало переносу нефтяного загрязнения на север и северо-восток. 22 декабря ветер вновь изменился на юго-восточный, что привело к перемещению нефтепродуктов в сторону п-ова Крым. К семи утра 23 декабря направление ветра изменилось на западное, что вызвало

вынос мазута от берега в сторону моря. Вечером 23 декабря направление ветра изменилось на восточное, что привело к загрязнению берега Крыма до Феодосийского залива (Лаврова, Костяной, 2024). Впоследствии были отмечены многократные выбросы мазута, как вблизи, так и на большом удалении от эпицентра крушения танкеров. Пятна мазута, подхваченные основным черноморским течением (очки Книповича), достигли западного побережья Крымского полуострова вплоть до г. Евпатория через месяц после катастрофы.

Это уникальная авария с топочным мазутом, который имеет плотность близкую к плотности воды, и, в зависимости от температуры, тонет, находится в толще воды или всплывает. Поэтому основным способом очистки окружающей среды является сбор мазута вдоль береговой линии, когда его выбрасывает на сушу. Следует напомнить, что предыдущая авария с танкером “Волгонефть-139” произошла 11 ноября 2007 г. Тогда высота волн превышала 5 м, порывы ветра достигали 23–25 м/с, в море попало около 1300 т горючего. Было собрано 870 т нефтепродуктов, остальной мазут опустился на дно, вследствие чего морским экосистемам понадобилось около двух лет для полного восстановления (Служба новостей ForPost, 2025). Если допустить линейную зависимость, то на восстановление после нынешней катастрофы уйдет 3–5 лет.

Сравнение данной катастрофы с другими крупными авариями, связанными с разливами нефтепродуктов, позволяет оценить её масштабы и последствия. Например, авария танкера “Exxon Valdez” у побережья Аляски в 1989 г. привела к разливу около 37 000 т сырой нефти, что вызвало долговременные экологические нарушения, включая гибель морских птиц и млекопитающих. Полное восстановление экосистемы заняло более 20 лет (Peterson et al., 2003). В результате крушения танкера “Prestige” у берегов Испании в 2002 г. в море попало около 63 000 т мазута. Последствия также были катастрофическими: загрязнение охватило свыше 2000 км побережья, а восстановление заняло более десяти лет (Albaigés et al., 2006; Acosta-González et al., 2015; García-Seoane et al., 2018).

Наша исследовательская группа школьников и студентов занимается сезонным мониторингом планктонных организмов в рамках

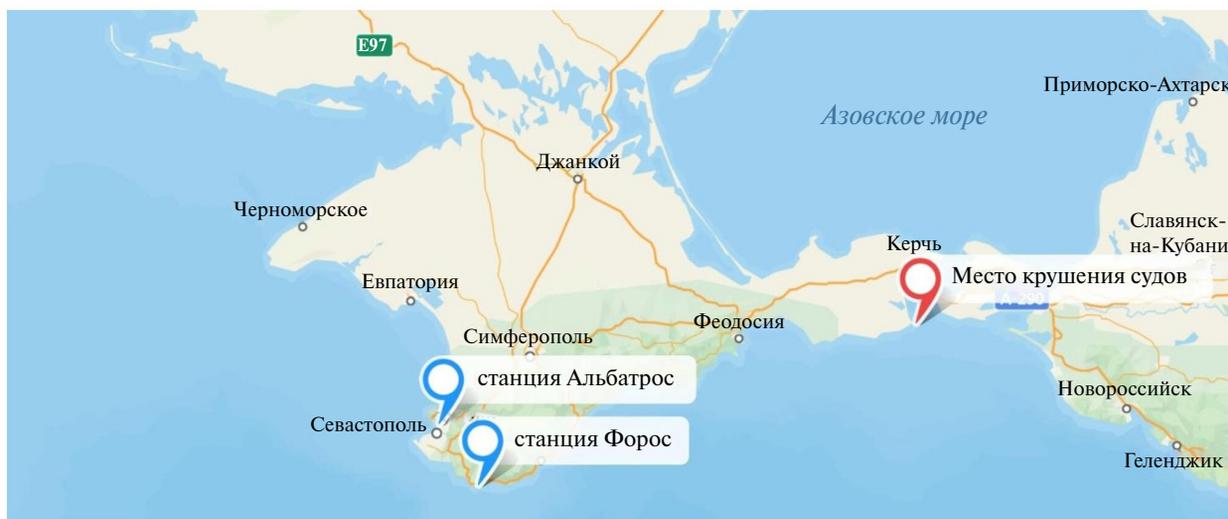
Всероссийского проекта “Экология Гераклейского полуострова” по программе “Сириус. Лето” на ст. Альбатрос и Форос, которые расположены на юго-западном и юго-восточном побережье Крыма соответственно (рис. 1а). Поэтому мы имеем возможность сравнить данные по планктону в зимний период до и после аварии (Гладыш и др., 2024). Материалы могут дополнить общую картину о влиянии этой техногенной катастрофы на планктон и экосистему в целом, т.к. микропланктон находится в основании пищевых цепей в пелагиали и определяет, наряду с микроорганизмами и вирусами, устойчивость экологического сообщества (Fogg, 1991; Trombetta et al., 2020; Du et al., 2023).

В условиях, когда молекулярные методы идентификации недоступны, ускоренная и упрощенная классификация морских планктонных организмов по явным морфологическим признакам остается важным инструментом для мониторинга и изучения биологического разнообразия (Уфимцева, Кузнецов, 2022). Такой подход основан на анализе внешних характеристик, таких как форма, структура и размер (Utermöhl, 1958), которые позволяют отнести организмы к определенным таксономическим единицам (видам, родам и т.д.). Использование морфологических признаков для идентификации особенно актуально в условиях ограниченных ресурсов или при работе в удаленных районах, где применение молекулярных методов затруднено (Bucklin et al., 2011). Этот подход обеспечивает оперативный мониторинг биоразнообразия, оценку состояния экосистем и выявление изменений в составе планктонных сообществ. Морфологическая идентификация становится ключевым методом в исследованиях, где требуется быстрая и доступная оценка биологического разнообразия (Karlusich et al., 2022), что особенно важно для изучения морских экосистем и мониторинга их состояния в условиях антропогенного воздействия.

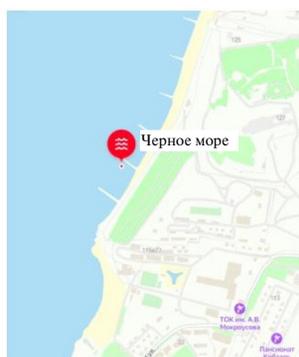
МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Пробы прибрежного фито- и зоопланктона отбирали на экспериментальных станциях Альбатрос (44°39'13" с.ш., 33°32'23" в.д.) и Форос (44°23'18" с.ш., 33°46'55" в.д.) в начале января 2024 г. и 2025 г. при отсутствии волнения

а



б

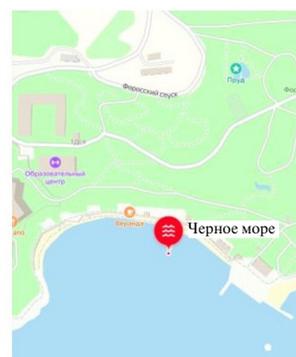


44.653554, 33.539641

в



г



44.388223, 33.781915

д



Рис. 1. Место катастрофы, отбор прибрежного планктона и последовательная фильтрация на экспериментальных станциях: а – разлив мазута, 15.12.2024; б, в – ст. Альбатрос, 10.01.2025; г, д – ст. Форос, 11.01.2025.

моря с волноломов, далеко вдающихся в открытое море, при помощи установки последовательной фильтрации Viber-2 с сетками 2 мм, 300, 150, 84 мкм и фильтром 5 мкм (Савицкий, Кузнецов, 2023). Пробы отбирали в поверхностном слое ведром на веревке; при помощи лейки с узким горлышком пропускали дозированно по 100 л воды через фильтрационную установку (рис. 1б–д). Образцы смывали с фильтров тремя миллилитрами искусственной морской воды и половину аликвоты из каждой размерной фракции фиксировали 2.5% глутаровым альдегидом. Планктонные организмы изучали под микроскопом Микромед MC4 Zoom LED (Микромед, Россия) с видеоокуляром Микромед Эврика 1.3 MP при 50-кратном увеличении и под микроскопом ADF (ADF, Китай) при 80-кратном увеличении. Фотографировали,

записывали видео и зарисовывали в черно-белом и цветном вариантах, после чего анализировали тонкую морфологию фиксированных гидробионтов. Планктонные организмы из фракций под №№ 1–3 размером от 2000 до 84 мкм относили к устойчивым морфотипам (Уфимцева, Кузнецов, 2022), соответствующим отдельным таксономическим единицам (видам или родам). На основании полученных данных строили диаграммы распределения морфотипов в программе LibreOffice. Статистическую обработку проводили на языке R, использовали дисперсионный анализ ANOVA.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Во фракциях № 1 (300–2000 мкм) и № 2 (150–300 мкм) со ст. Альбатрос и Форос встречались подвижные науплии – планктонные

личинки веслоногих ракообразных (Copepoda) и взрослые циклопы (Cyclopidae), совершающие броски. Однако их двигательная активность на ст. Форос после аварии была ниже, чем обычно (Уфимцева, Кузнецов, 2022, Гладыш и др., 2023). Во всех пробах во фракции № 3 (84–150 мкм) были выявлены клетки динофитовой водоросли *Ceratium tripos* (O.F. Müller) Nitzsch, кроме ст. Форос после катастрофы. Помимо этого, на ст. Форос во фракциях № 3 обнаружались хорошо различимые клетки динофлагелляты *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann и диатомеи *Nitzschia tenuirostris* Manguin, а также множество клеток диатомеи *Coscinodiscus gigas* Ehrenberg. Во фракции № 4 (5–84 мкм) были найдены мелкие подвижные морские инфузории. Диаграммы распределения планктонных организмов по размерным фракциям напоминали пирамиды Элтона во всех изученных районах за исключением ст. Форос после катастрофы, где отдельные фракции представляли каскады. Было отмечено почти двукратное уменьшение количества морфотипов в значимых фракциях № 2 и № 3 по сравнению с нормой 2024 г. (рис. 2а).

Из полученных данных следует, что биоразнообразие прибрежного планктона на ст. Форос до катастрофы было выше, чем на ст. Альбатрос. Через месяц после разлива мазута вблизи Керченского пролива биоразнообразие в зимних пробах в 2025 г. на обеих станциях было значительно ниже, чем в 2024 г. Примечательно, что значительное уменьшение биоразнообразия после аварии было зафиксировано на ст. Форос, где оно изначально было выше из-за скалистого

морского ландшафта с большим перепадом глубин по сравнению с пологим песчаным дном на ст. Альбатрос (Гладыш и др., 2023). Трехкратный подсчет морфотипов во фракции № 3 из проб со ст. Форос от 12.01.2024 и 11.01.2025 позволил выявить статистически значимое различие между группами в t-тесте и в ANOVA для уровня значимости 0.05 ($p = 0.013$). Дополнительный анализ фракций № 3 при увеличении более чем в 100 раз выявил полное отсутствие динофитовых водорослей *C. tripos*, и лишь единственный экземпляр динофитовой водоросли *C. furca* в пробе после катастрофы. Общее число морфотипов на ст. Форос во фракциях № 3 составляло 32 и 19 до и после аварии соответственно. Данные факты согласуются с тем, что ст. Форос находилась ближе к эпицентру катастрофы, чем ст. Альбатрос, поэтому негативные последствия антропогенного загрязнения здесь оказались ожидаемо существеннее.

ОБСУЖДЕНИЕ

Понятие “морфотип” связано с классификацией организмов на основе их внешних морфологических признаков, таких как форма, структура, размер и др. Морфотип относится к определенному фенотипу, являющемуся результатом морфогенетических процессов, на которые влияют генетическая программа и окружающая среда. Идея классификации организмов по внешним признакам восходит к трудам Карла Линнея, однако сам термин стал активно использоваться позже, когда возникла необходимость описывать разнообразие

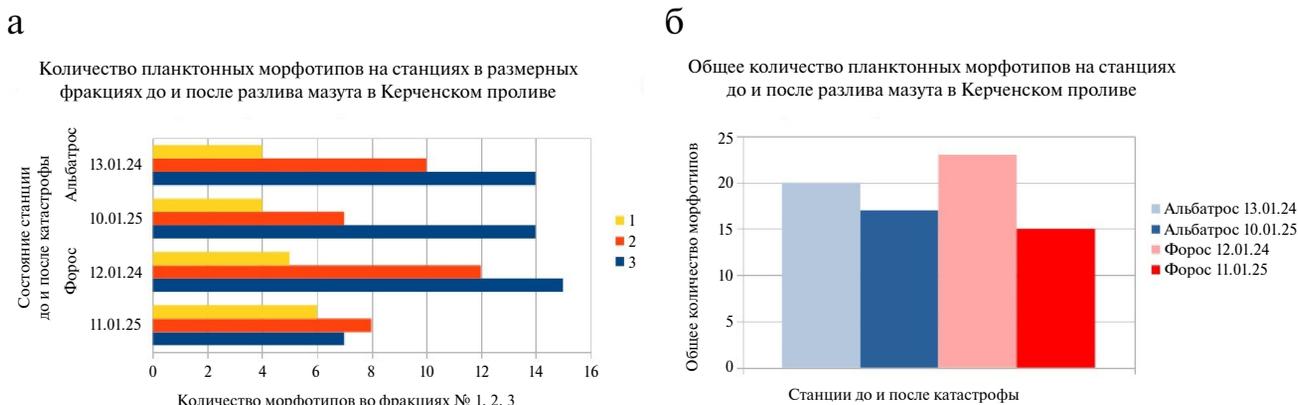


Рис. 2. Количество планктонных морфотипов: а – на станциях в размерных фракциях № 1 (300–2000 мкм), № 2 (150–300 мкм) и № 3 (84–150 мкм) до и после катастрофы; б – объединение морфотипов для станций до и после катастрофы, которые соответствуют результатам, традиционно получаемым с помощью сети Джеди.

форм организмов, особенно в случаях, когда генетические или молекулярные данные недоступны (Уфимцева, Кузнецов, 2022). Устойчивый морфотип – это морфологическая форма или структура организма, характеризующаяся стабильностью и консервативностью внешних признаков, которые сохраняются неизменными в течение длительного времени, несмотря на изменения окружающей среды, экологических условий или других внешних факторов. Устойчивый морфотип отражает эволюционно закрепленные адаптации, которые обеспечивают выживание и успешное функционирование организма в определенных условиях. Это понятие используется в вирусологии, микробиологии, ботанике, зоологии, палеонтологии для описания организмов, чьи морфологические признаки остаются постоянными в пределах вида, популяции или таксономической группы, что делает их важным инструментом для классификации и изучения биологического разнообразия (Ackermann et al., 1984; Chibani et al., 2019; Rusin, 2023; Ban et al., 2024).

Планктон является основой большинства пелагических и донных пищевых цепочек, поддерживая ключевые функции экосистемы: связывание углерода и передачу энергии на более высокие трофические уровни. Изменение численности планктона нередко связано с воздействием окружающей среды (McQuatters-Gollop Abigail et al., 2019). Снижение биоразнообразия микроорганизмов под влиянием антропогенной нагрузки доказано с помощью генных технологий (Sazykina et al., 2022), как в природных сообществах (Wang et al., 2024), так и в полевых и лабораторных экспериментах (Wagg et al., 2019; Yang et al., 2022; Romero et al., 2023; Tan et al., 2025). Наши результаты согласуются с данными предыдущих исследований, где было показано, что форма пирамид Элтона может трансформироваться в каскады при уменьшении биоразнообразия (Уфимцева, Кузнецов, 2022), а также в результате естественных колебательных процессов в пищевых сетях (Савицкий, Кузнецов, 2023). Поэтому трансформация пирамиды Элтона в каскад на ст. Форос может косвенно указывать на неблагоприятную экологическую обстановку. Кроме того, значимое уменьшение числа морфотипов в размерной фракции микропланктона № 3 (84–150 мкм) на ст. Форос достоверно

свидетельствует ($p < 0.05$) в пользу нарушения структуры природного сообщества. Понижение двигательной активности, а также большое число мертвых организмов, хитиновых оболочек и бесцветных динофитовых и диатомовых водорослей также говорит о заморе и неблагоприятной экологической ситуации в районе ст. Форос спустя один месяц после трагического происшествия вблизи Керченского пролива. Следует упомянуть необычайную изменчивость экологических систем, что мешает отличать ответы системы на внешние воздействия от естественного шума. Для надежной идентификации необычного поведения системы необходимы большие временные ряды данных (Varela et al., 2006). Дальнейший экспресс-мониторинг покажет динамику ухудшения или улучшения обстановки в результате восстановительных процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование выявило снижение биоразнообразия планктонных сообществ после разлива мазута в районе Керченского пролива в декабре 2024 года. Хорошо выраженные изменения биоразнообразия зафиксированы на ст. Форос, расположенной ближе к эпицентру катастрофы, по сравнению с данными со ст. Альбатрос: количество морфотипов микропланктона в ключевых размерных фракциях сократилось почти вдвое (с 32 до 19), а структура сообществ трансформировалась из пирамид Элтона в каскады, что подтверждено статистически ($p = 0.013$). Эти изменения свидетельствуют о нарушении трофических взаимодействий и дестабилизации экосистемы, что усугубляется снижением двигательной активности организмов и увеличением доли мертвых особей.

Уникальные физико-химические свойства топочного мазута, способного менять плавучесть в зависимости от температуры, осложнили ликвидацию последствий, ограничив эффективность традиционных методов сбора нефтепродуктов. Несмотря на меньший объем разлива по сравнению с катастрофами танкеров “Eхxon Valdez” и “Prestige”, сочетание штормовых условий и особенностей загрязнения усилило нагрузку на экосистему. Прогнозируемый срок восстановления, основанный на данных

восстановления экосистемы после аварии 2007 г., составляет 3–5 лет, однако динамика процессов требует постоянного мониторинга.

Полученные результаты подчеркивают критическую роль планктона как индикатора антропогенного воздействия. Для повышения точности оценок целесообразно дополнить морфологический анализ молекулярно-генетическими методами. Продолжение исследований в рамках долгосрочного мониторинга позволит не только отследить восстановление экосистемы, но и разработать стратегии преодоления последствий подобных катастроф.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят анонимных рецензентов за анализ рукописи и ценные советы по ее улучшению, а также признательны коллегам за поддержку и обсуждение.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках Всероссийского проекта “Экология Гераклейского полуострова – Сириус. Лето”.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В данной работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гладыш М.А., Хавронюк И.С., Таран Н.А. и др.* Сравнение микропланктона возле базы Мокроусова и в Форосе (Крым): объединение данных из разных источников // Актуальные вопр. биол. физики и химии. БФФХ-2023. Матер. XVIII Международ. науч. конф. (Севастополь, 11–15 сентября 2023 г.). Севастополь. 2023. С. 118–119.
- Гладыш М.А., Курченко В.М., Подкидышева Ю.К., Кузнецов А.В.* Комплексное исследование Гераклейского полуострова: от метеорологических данных до влияния катастроф // Актуальные вопр. биол. физики и химии. БФФХ-2024. Матер. XIX международ. науч. конф. (Севастополь, 16–20 сентября 2024 г.). Севастополь. 2024. С. 93–94.
- Лаврова О.Ю., Костяной А.Г.* Спутниковый мониторинг мазутного разлива в районе Керченского пролива 15 декабря 2024 г. // Ин-т космических исслед. РАН. 24 декабря 2024. <https://iki.cosmos.ru/news/sputnikovyy-monitoring-mazutnogo-razliva-v-rayone-kerchenskogo-proлива-15-dekabrya-2024-g> (дата обращения: 15.02.2025).
- Минтранс. 02 января 2025. <https://www.forbes.ru/biznes/528372-mintrans-ocenil-ob-em-popavsego-v-цernoie-more-mazuta-posle-krusenia-tankerov> (дата обращения: 15.02.2025).
- Савицкий М.А., Кузнецов А.В.* Фракционирование планктона с помощью последовательной фильтрации и построение пирамид биоразнообразия // Актуальные вопр. биол. физики и химии. 2023. Т. 8. № 1. С. 99–110.
- Служба новостей ForPost, сб., 11/01/2025–16:04. <https://sevastopol.su/news/chyornomu-moryu-potrebuetsya-okolo-chetyryokh-let-na-восстановление> (дата обращения: 15.02.2025).
- Уфимцева М.А., Кузнецов А.В.* Экспресс-оценка размерных фракций планктона в акватории г. Севастополь зимой 2021–2022 гг.: модельные исследования // Актуальные вопр. биол. физики и химии. 2022. Т. 7. № 4. С. 640–644.
- Ackermann H.W., Kasatiya S.S., Kawata T. et al.* Classification of *Vibrio* bacteriophages // Intervirology. 1984. V. 22. № 2. P. 61–71.
- Acosta-González A., Martirani-von Abercron S.M., Rosselló-Móra R. et al.* The effect of oil spills on the bacterial diversity and catabolic function in coastal sediments: a case study on the Prestige oil spill // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 2015. V. 22. № 20. P. 15200–15214.
- Albaigés J., Morales-Nin B., Vilas F.* The Prestige oil spill: a scientific response // Mar. Pollut. Bull. 2006. V. 53. № 5–7. P. 205–207.
- Ban H., Endo H., EukBank Team et al.* Global distribution and diversity of marine Parmales // Microbes Environ. 2024. V. 39. № 1. Art. ID ME23093.
- Bucklin A., Steinke D., Blanco-Bercial L.* DNA barcoding of marine metazoa // Annu. Rev. Mar. Sci. 2011. V. 3. P. 471–508.
- Chibani C.M., Farr A., Klama S. et al.* Classifying the unclassified: a phage classification method // Viruses. 2019. V. 11. № 2. Art. ID 195.
- Du X., Li X., Cheng K. et al.* Virome reveals effect of *Ulva prolifera* green tide on the structural and functional profiles of virus communities in coastal

- environments // *Sci. Total Environ.* 2023. V. 883. Art. ID 163609.
- Fogg G.E. The phytoplanktonic ways of life // *New Phytol.* 1991. V. 118. № 2. P. 191–232.
- García-Seoane R., Fernández J.A., Villares R., Aboal J.R. Use of macroalgae to biomonitor pollutants in coastal waters: optimization of the methodology // *Ecol. Indic.* 2018. V. 84. P. 710–726.
- Karlusich J.J.P., Lombard F., Irissou J.-O. et al. Coupling imaging and omics in plankton surveys: state-of-the-art, challenges, and future directions // *Front. Mar. Sci.* 2022. V. 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.878803>
- McQuatters-Gollop A., Atkinson A., Aubert A. et al. Plankton lifeforms as a biodiversity indicator for regional-scale assessment of pelagic habitats for policy // *Ecol. Indic.* 2019. V. 101. P. 913–925.
- Peterson C.H., Rice S.D., Short J.W. et al. Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill // *Science.* 2003. V. 302. № 5653. P. 2082–2086.
- Romero F., Hilfiker S., Edlinger A. et al. Soil microbial biodiversity promotes crop productivity and agroecosystem functioning in experimental microcosms // *Sci. Total Environ.* 2023. V. 885. Art. ID 163683.
- Rusin L.Y. Evolution of homology: from archetype towards a holistic concept of cell type // *J. Morphol.* 2023. V. 284. № 4. Art. ID e21569.
- Sazykina M.A., Minkina T.M., Konstantinova E. Yu. et al. Pollution impact on microbial communities composition in natural and anthropogenically modified soils of Southern Russia // *Microbiol. Res.* 2022. V. 254. Art. ID 126913.
- Tan Q., Wang X., Zheng L. et al. Anthropogenic pressure induced discontinuities of microbial communities along the river // *J. Environ. Manage.* 2025. V. 373. Art. ID 123764.
- Trombetta T., Vidussi F., Roques C. et al. Marine microbial food web networks during phytoplankton bloom and non-bloom periods: warming favors smaller organism interactions and intensifies trophic cascade // *Front. Microbiol.* 2020. V. 11. Art. ID 502336.
- Utermöhl H. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik // *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 1958. V. 9. P. 1–38.
- Varela M., Bode A., Lorenzo J. et al. The effect of the “Prestige” oil spill on the plankton of the N-NW Spanish coast // *Mar. Pollut. Bull.* 2006. V. 53. № 5–7. P. 272–286.
- Wagg C., Schlaeppli K., Banerjee S. et al. Fungal-bacterial diversity and microbiome complexity predict ecosystem functioning // *Nat. Commun.* 2019. V. 10. № 1. Art. ID 4841.
- Wang H., Wang Z., Yu J. et al. The function and keystone microbiota in typical habitats under the influence of anthropogenic activities in Baiyangdian Lake // *Environ. Res.* 2024. V. 247. Art. ID 118196.
- Yang G., Ryo M., Roy J. et al. Multiple anthropogenic pressures eliminate the effects of soil microbial diversity on ecosystem functions in experimental microcosms // *Nat. Commun.* 2022. V. 13. № 1. Art. ID 4260.

Changes in Plankton Composition and Abundance at the Albatros and Foros Stations in Crimea, Following the 2024 Fuel Oil Spill Near the Kerch Strait

© 2025 D. V. Shemetova^a, M. A. Savitsky^b, I. A. Rozhdestvenskaya^c,
A. A. Bragina^d, A. V. Kuznetsov^{e, f, *}

^a*Sokolov State Budgetary Educational Institution, Secondary School No. 45, Sevastopol, 299003 Russia*

^b*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, 127434 Russia*

^c*Gelovani Sevastopol Multidisciplinary College, Sevastopol, 299028 Russia*

^d*Ostryakov State Budgetary Educational Institution,
Secondary School No. 22, Sevastopol, 299040 Russia*

^e*Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas,
Russian Academy of Sciences, Sevastopol, 299011 Russia*

^f*Sevastopol State University, Sevastopol, 299053 Russia*

*e-mail: kuznet@ibss-ras.ru

This article presents the results of a comparative study of planktonic organisms at the Albatros and Foros stations in Crimea in January 2024 and 2025, before and after the man-made disaster. On December 15, 2024, the tankers *Volgoneft-212* and *Volgoneft-239* sank south of the Kerch Strait, releasing approximately 2400 t of fuel oil into the sea. After the accident, a significant decline in biodiversity and a reduction in the number of plankton morphotypes were observed at the Foros station, which is closer to the disaster's epicenter compared to the Albatros station. These changes in communities' structure are likely linked to the negative effects of the anthropogenic pollution. The results of this study highlight the importance of the ongoing monitoring of marine ecosystems to assess recovery dynamics and develop effective protection strategies.

Keywords: Kerch Strait, man-made disaster, plankton, biodiversity, ecosystem, anthropogenic pollution