



ИСТОРИЧЕСКИЕ ХРОНИКИ

УДК 579.22:628.193

**КРАТКАЯ ХРОНИКА ОКЕАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ОТДЕЛА МОРСКОЙ САНИТАРНОЙ ГИДРОБИОЛОГИИ  
ИНБЮМ ИМЕНИ А. О. КОВАЛЕВСКОГО**

© 2019 г. **О. Г. Миронов**

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия  
E-mail: [mironov\\_33@mail.ru](mailto:mironov_33@mail.ru)

Поступила в редакцию 18.04.2019; после доработки 18.04.2019;  
принята к публикации 22.05.2019; опубликована онлайн 24.06.2019.

Выполнен краткий обзор работ в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах в 1967–1988 гг. Приведены данные по закономерности распространения и численности микроорганизмов, способных использовать углеводороды нефти в качестве единственного источника углерода и энергии. Рассмотрены накопление организмами моря нефтяных углеводородов, влияние тонкой взвеси глубоководных (5000 м) донных осадков и железомарганцевых конкреций на зоопланктон, токсичность искусственных полимеров для морской биоты. Обоснована целесообразность возобновления аналогичных работ в Мировом океане в современных экологических условиях.

**Ключевые слова:** океан, углеводородокисляющие микроорганизмы, влияние загрязнения на морскую биоту

В 2018 г. вышла коллективная монография [11] отдела морской санитарной гидробиологии Института морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН, обобщившая материалы исследований прибрежных акваторий юго-западной оконечности Крыма в последнее десятилетие. В предшествующих монографиях [7, 10] приведены данные о систематических работах по этой тематике с 1973 г. Таким образом, были подведены итоги санитарно-биологических исследований в севастопольских бухтах и прилегающих акваториях Чёрного моря почти за полувековой период. Между тем отдел проводил масштабные работы с 1964 по 1988 г. в различных морях и океанах. В настоящее время возникла необходимость возобновления этих исследований в Мировом океане в современной (изменившейся) экологической обстановке и с применением новых методических подходов, и мы посчитали целесообразным дать краткий обзор своих работ в этом направлении.

Задачей отдела было изучение взаимодействия морских организмов с нефтяным загрязнением и роли биоты в процессе деструкции нефтяных углеводородов (далее — НУ). Основной биологический фактор в этом процессе — деятельность микроорганизмов, которые используют НУ в качестве единственного источника углерода и энергии. Исследование численности, закономерности распределения и биохимических особенностей этой группы бактерий в морской среде и являлось ключевым направлением экспедиционных работ лаборатории, а затем — отдела морской санитарной гидробиологии.

Первые данные по углеводородокисляющим микроорганизмам собраны в Севастопольской бухте в 1964 г. Вскоре специалистам удалось на несколько суток выйти в открытое море на НИС «Академик Ковалевский». Полученные в январском рейсе 1965 г. результаты показали, что численность

нефтеоокисляющей микрофлоры в исследованной акватории была в десятки и сотни раз ниже численности изучавшейся группы бактерий, выделенной из воды севастопольских бухт. Закономерно возник вопрос о том, какова обстановка в других морях и океанах, однако у института не было научно-исследовательского судна для работы в океане.

Неожиданно в начале 1967 г. В. А. Водяницкий предложил автору этой работы и паразитологу А. М. Парухину временно уволиться из института и устроиться в отдел промразведки рыбохозяйственного объединения «Атлантика» инженерами-биологами для работы на судах промразведки в Индийском океане. От такого предложения невозможно было отказаться. Планировалось, что рейс начнётся в мае 1967 г., продлится 70 суток и охватит в основном районы Аравийского моря. Так мы попали на средний рыбопромысловый морозильный траулер «Голубь мира» водоизмещением всего 960 т, но с неограниченным районом плавания. На траулере не было условий для проведения научных исследований (особенно микробиологических). Нам пришлось идти на всевозможные ухищрения, опираясь на опыт д. б. н. Лебедевой М. Н., заведующей микробиологической лабораторией Севастопольской биологической станции (далее — СБС). После войны, в конце 1940-х гг., экспедиционные работы СБС часто проходили на кораблях Черноморского флота, в основном на тральщиках. В одной из таких экспедиций М. Н. Лебедева осуществляла микробиологические посеы, стоя на верхней палубе, втиснув в пулемётную башню голову и плечи и уместив там переносной микробиологический бокс. Мы же приспособили для своих целей помещение прачечной площадью чуть больше 1 м<sup>2</sup>. Там мы поставили бактерицидную лампу и закрепили на стиральной машине переносной микробиологический бокс. Стерилизацию посуды сухим жаром осуществляли на камбузе в формах для выпечки хлеба и при соответствующих температурных условиях.

Отбор проб осуществляли на ходу судна ежедневно, не реже четырёх раз в сутки. К входу в пролив Босфор сделали 22 станции; на 10 из них (< 50 %) был отмечен рост изучаемой группы микроорганизмов.

Картина резко изменилась в Босфоре с его интенсивным судоходством и высокой в то время степенью загрязнения вод нефтепродуктами. Рост микроорганизмов на нефти был отмечен на всех четырёх станциях.

В Мраморном море и проливе Дарданеллы количество микроорганизмов, растущих на нефти, вновь значительно уменьшилось. В части Средиземного моря восточнее 24° в. д. нефтеоокисляющие микроорганизмы высеяны только в Порт-Саиде. В зоне Суэцкого канала нефтеоокисляющие микроорганизмы выделены на всех пяти станциях. Незначительное количество культур микроорганизмов, растущих на нефтепродуктах, выделено в Красном море.

Анализ материалов, полученных на станциях в районе побережья п-ова Индостан, позволил выявить упомянутую выше закономерность — тесную связь между численностью нефтеоокисляющих микроорганизмов и наличием нефтяного загрязнения морской воды, особенно в портах Коломбо и Бомбей.

В северо-западной и западной части Индийского океана по разрезу Бомбей — Мозамбикский пролив (до 10° ю. ш.) из 35 отобранных проб рост микроорганизмов на нефти наблюдали в 30 (> 80 %). В дальнейшем количество положительных проб на этом же отрезке снизилось более чем вдвое: из 25 положительными были лишь 10 (40 %). На наш взгляд, такое распределение микроорганизмов, растущих на нефти, объясняется следующим. К Аравийскому морю прилегают нефтеносные районы Ближнего Востока, откуда начинаются основные пути транспортировки местной нефти. Именно поэтому вполне естественно было предположить, что в то время при откачке балласта танкерами и при бункеровочных операциях в морскую воду нефтепродукты попадали довольно часто. Течения способствуют заносу вод, содержащих нефть, из Персидского залива и из района нефтеперевозок в центральные участки Аравийского моря и в прилегающие районы Индийского океана. Южное Экваториальное течение служит своего рода барьером, препятствующим распространению этих вод южнее 10° ю. ш. [3].

В остальных регионах, например в Атлантическом океане, положительные пробы также группировались в акваториях, прилегающих к крупным портам или к точкам работ рыболовных флотилий (к местам, подвергающимся нефтяному загрязнению).

Интересно было сравнить высеваемость бактерий изучаемой группы в экваториальных зонах Индийского океана и Атлантического. В Индийском океане из 24 проб, отобранных между 8° с. ш. и 8° ю. ш., рост микроорганизмов на нефти и нефтепродуктах зарегистрирован в 21 пробе. В Атлантическом океане на тех же широтах из 25 проб развитие микроорганизмов отмечено только в 2.

Таким образом, связь между нефтяным загрязнением и наличием в воде микроорганизмов, способных использовать углеводороды нефти и нефтепродукты, прослеживается не только в прибрежных районах, но и на открытых участках морей и океанов [3].

Получение обширного материала в двух океанах и в Средиземном море (данные по нему в этой работе не рассмотрены) стало возможным благодаря случаю. Шестидневная война 1967 г. между Израилем и Египтом привела к закрытию Суэцкого канала, и нам пришлось возвращаться в Севастополь, огибая Африку. Рейс продлился не 70 суток, как планировалось, а почти полгода. Объём полученных данных оказался достаточным для монографии [5].

Аналогичная работа осуществлена в 1970 г. в экспедиции НИС «Академик Вернадский» в Северную Атлантику по маршруту Ленинград — Галифакс — Гибралтар. В 1972 г. исследования того же направления были продолжены на этом же судне и охватили восточные и центральные районы Индийского океана, а также западную часть Тихого. Путь к океану лежит через Средиземное море, так что отбор проб не прерывался. Материал, полученный в океанах, в Средиземном море (попутно), а также в специальных средиземноморских экспедициях на НИС «Академик Ковалевский», собран в коллекцию бактерий, насчитывающую свыше тысячи культур.

Результаты этих работ легли в основу программы исследований по биологическому мониторингу нефтяного загрязнения Средиземного моря. Она была принята как официальный проект Советского Союза в рамках международной программы «Совместное изучение Средиземного моря» (СИСМ) [4].

В 1980-е гг. микробиологические исследования в Атлантическом и Индийском океанах на НИС «Профессор Водяницкий» сочетались с другими работами. В частности, была проведена комплексная бонитировка поверхностных вод тропической Атлантики. Анализ полученных данных позволил описать значимую взаимосвязь между концентрацией АТФ пикопланктона и общей численностью гетеротрофных микроорганизмов [2].

Определены некоторые классы органического вещества и трансформирующих их бактерий в поверхностных водах Атлантического океана. В морской воде центральной части океана на 38 станциях изучено количественное содержание нефти и основных классов органических веществ (углеводороды, липиды, белки, углеводы), а также микроорганизмов, принимающих участие в их деструкции [9].

Мы изучали не только участие биоты в процессе самоочищения от нефтяного загрязнения, но и влияние нефти на морские организмы, в основном на черноморских гидробионтов. Составляющей частью работ было определение накопления НУ гидробионтами. Часть данных в этом направлении получена на океанской фауне. Исследованные гидробионты содержат большое разнообразие нормальных ( $nC_{16} - nC_{23}$ ) и разветвлённых ( $iC_{14} - iC_{20}$ ) алканов. Доминирующие углеводороды — алканы с нечётным числом атомов углерода  $C_{15}$  и  $C_{17}$ . Изучение гомологических рядов углеводородов и масс-спектрометрический анализ показали, что у значительного числа исследованных гидробионтов преобладающими являются углеводороды нефтяного происхождения [12].

Работы в океане проводили и по заданиям различных министерств и ведомств СССР. Сюда можно отнести токсикологические исследования по определению поражающего влияния химических соединений на морские организмы. Наряду с традиционными токсикантами, сбрасываемыми в море (нефть, тяжёлые металлы, разного рода техногенные продукты), в морскую среду попадают

искусственные полимеры. Их синтезируют из ряда веществ с заданными свойствами, что позволяет выбирать соединения, наиболее полно соответствующие своему техническому назначению. Между тем технически пригодные композиции часто бывают токсичными; тогда приходится подбирать другие соединения, отвечающие актуальным техническим требованиям и менее опасные. Токсикологические эксперименты с гидробионтами различных трофических уровней показали возможность применения без ущерба для биоты полимерных паст в широком диапазоне концентраций от 0,004 до 40 мкг·л<sup>-1</sup>. Для увеличения диапазона нетоксичности искусственных полимеров было рекомендовано исключить ряд веществ и композиций [1].

В 26-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в 1988 г. изучали органическое вещество глубоководных донных осадков и железомарганцевых конкреций и исследовали влияние их мелкой взвеси на организмы зоопланктона. Биохимический анализ состава органического вещества показал: в среднем в железомарганцевых конкрециях содержание органики ниже, чем в подстилающих их донных осадках. Эксперименты с зоопланктоном продемонстрировали, что тонкая взвесь глубоководных (5000 м) осадков и железомарганцевых конкреций оказывает механическое воздействие на гидробионтов, забивая их жабры и осаждаясь на двигательном аппарате [8].

Изучение устойчивости и дрейфа нефтяных пятен проводили в центральной части Атлантики. Поведение на поверхности океана котельного флотского мазута и дизельного топлива (солярка) фиксировали при разных скоростях ветра. При 15 м·с<sup>-1</sup> и выше визуальные наблюдения были ограничены несколькими минутами, так как разглядеть нефтяной слик среди пены гребной волны затруднительно. Слики, образованные дизельным топливом, исчезали быстрее. Перемещение слика по поверхности океана зависело от скорости и направления ветра, а также от поверхностного течения. При этом зафиксированы значительные отклонения от общепринятой величины скорости дрейфа — 3,4 % от скорости ветра [6].

Таким образом, 20-летние работы отдела морской санитарной гидробиологии ИнБЮМ имени А. О. Ковалевского в Мировом океане позволили получить важные данные по различным аспектам его экологии. Подчеркнём, что изучение взаимодействия морской биоты с загрязнением выходит далеко за рамки молисмологии. В частности, исследование деятельности углеводородокисляющих микроорганизмов способствует решению вопросов, связанных с изучением общих процессов круговорота углеводородов в океане. Полученные по этому направлению материалы прошлых экспедиций имеют ключевое значение, что свидетельствует о необходимости возобновления аналогичных работ в современных экологических условиях.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИМБИ по теме «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем» (№ гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Барбанель Б. А., Кирюхина Л. Н., Миронов О. Г. Исследование влияния искусственных полимеров на морские организмы // *Экология моря*. 1992. Вып. 42. С. 83–89. [Barbanel' B. A., Kiryukhina L. N., Mironov O. G. Study of the effect of artificial polymers on the marine organisms. *Ekologiya morya*, 1992, iss. 42, pp. 83–89. (in Russ.)]
2. Лебедь А. А., Лопухин А. С., Миронов О. Г. Комплексная бонитировка поверхностных вод тропической Атлантики // *Научные доклады высшей школы. Сер.: Биологические науки*. 1989. № 7. С. 62–66. [Lebed' A. A., Lopukhin A. S., Mironov O. G. A complex bonitation of surface waters in the Tropical Atlantic. *Nauchnye doklady vyshej shkoly. Ser.: Biologicheskie nauki*, 1989, no. 7, pp. 62–66. (in Russ.)]
3. Миронов О. Г. О роли микроорганизмов, растущих на нефти, в самоочищении и индикации нефтяного загрязнения // *Океанология*. 1970. Т. 10, вып. 5. С. 820–827. [Mironov O. G. On the role of microorganisms growing on oil in the self-cleaning and indication of oil pollution in the sea. *Oceanologiya*, 1970, vol. 10, iss. 5, pp. 820–827. (in Russ.)]
4. Миронов О. Г. Наукові основи радянського міжнародного проекту біологічного моніторингу

- нафтового забруднення Середземного морського басейну. *Вісник АН УРСР*. 1978. № 8. С. 84–87. [Mironov O. G. Naukovi osnovy radian-skoho mizhnarodnoho proektu biolohichnoho monitorynhu naftovoho zabrudnennia Seredzemnoho morskoho baseinu. *Visnyk AN URSR*, 1978, no. 8, pp. 84–87. (in Ukr.)]
5. Миронов О. Г. *Нефтеокисляющие микроорганизмы в море*. Киев : Наукова думка, 1971. 234 с. [Mironov O. G. *Nefteokislyayushchie mikroorganizmy v more*. Kiev: Naukova dumka, 1971, 234 p. (in Russ.)]
  6. Миронов О. Г. Устойчивость и дрейф нефтяных пятен в море при малых объемах нефтепродуктов // *Комплексные изучения загрязнения Мирового океана в связи с освоением его ресурсов*. Ленинград : Севморгеология, 1989. С. 17–22. [Mironov O. G. Ustoichivost' i dreif neftyanykh pyaten v more pri malykh ob'emakh nefteproduktov. In: *Kompleksnye izucheniya zagryazneniya Mirovogo okeana v svyazi s osvoeniem ego resursov*. Leningrad: Sevmorgeologiya, 1989, pp. 17–22. (in Russ.)]
  7. Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Алемов С. В. *Санитарно-биологические аспекты экологии севавтопольских бухт в XX веке*. Севастополь : ЭКОСИ–Гидрофизика, 2003. 185 с. [Mironov O. G., Kirjukhina L. N., Alyomov S. V. *Sanitary-biological aspects of the Sevastopol bays ecology in XX century*. Sevastopol: ECOSI-Gidrofizika, 2003, 185 p. (in Russ.)]
  8. Миронов О. Г., Копытов Ю. П., Дивавин И. А., Цымбал И. М. Органическое вещество глубоководных донных осадков и железомарганцевых конкреций Индийского океана // *Доклады Академии наук Украинской ССР*. 1990. № 5. С. 19–22. [Mironov O. G., Kopytov Yu. P., Divavin I. A., Tsimbal I. M. Organic substance of deep water bottom deposits and iron-manganese concretions of the Indian Oceans. *Doklady Akademii nauk Ukrainskoi SSR*, 1990, no. 5, pp. 19–22. (in Russ.)]
  9. Миронов О. Г., Лебедь А. А., Тархова Э. П. Некоторые классы органического вещества и трансформирующие их бактерии в поверхностных водах Атлантического океана // *Океанология*. 1987. Т. 27, вып. 6. С. 1005–1006. [Mironov O. G., Lebed' A. A., Tarkhova E. P. Some classes of organic matter and bacteria transforming them in surface waters of the Atlantic Ocean. *Oceanologiya*, 1987, vol. 27, iss. 6, pp. 1005–1006. (in Russ.)]
  10. *Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя / под общ. ред. О. Г. Миронова*. Севастополь : ЭКОСИ–Гидрофизика, 2009. 192 с. [*Sanitary-biological investigations in coastal area of Sevastopol region / O. G. Mironov (Ed.)*. Sevastopol: ECOSI-Gidrofizika, 2009, 192 p. (in Russ.)]
  11. *Санитарно-биологические исследования прибрежных акваторий юго-западного Крыма в начале XXI века / под ред. О. Г. Миронова, С. В. Алемова*. Симферополь : Ареал, 2018. 276 с. [*Sanitary and biological studies of the southwestern Crimea coastal waters at the beginning of XXI century / O. G. Mironov, S. V. Alyomov (Eds.)*. Simferopol: Areal, 2018, 276 p. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.21072/978-5-907118-89-8>
  12. Mironov O. G., Shchekaturina T. L., Tsimbal I. M. Saturated hydrocarbons in marine organisms. *Marine Ecology – Progress Series*, 1981, vol. 5, no. 3, pp. 303–309.

**BRIEF CHRONICLE  
OF A. O. KOVALEVSKY IBSS DEPARTMENT OF MARINE SANITARY HYDROBIOLOGY  
OCEANIC STUDIES**

**O. G. Mironov**

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russian Federation  
E-mail: [mironov\\_33@mail.ru](mailto:mironov_33@mail.ru)

A brief overview of the work in the Atlantic, Indian and Pacific oceans in 1967–1988 is given. Data on the distribution patterns and abundance of microorganisms capable of using oil hydrocarbons as the single source of carbon and energy are given. The accumulation of oil hydrocarbons by marine organisms, the effect of thin suspension of deep-water (5000 m) bottom sediments and ferromanganese nodules on zooplankton, and the toxicity of artificial polymers for marine biota are discussed. The expediency of the resumption of similar work in the World Ocean in modern environmental conditions is expressed.

**Keywords:** ocean, hydrocarbon-oxidizing microorganisms, pollution influence on marine biota