

УДК 594.14+591.491

ПЕРВАЯ НАХОДКА ПОГОНОФОР (ANNELIDA, SIBOGLINIDAE) В КАРСКОМ МОРЕ СОВПАДАЕТ С РАЙОНОМ ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА

© 2020 г. Н. Н. Римская-Корсакова¹, Н. П. Карасева¹, В. Н. Кокарев², М. И. Симаков³,
М. М. Ганцевич^{1,*}, академик РАН В. В. Малахов¹

Поступило 30.10.2019 г.

После доработки 30.10.2019 г.

Принято к публикации 30.10.2019 г.

Сообщение о первой находке представителя погонофор (Annelida, Siboglinidae) в Карском море. Находка сделана в Енисейском заливе в районе, где наблюдаются самые высокие концентрации метана в южной части Карского моря, возникающие в результате деградации вечной мерзлоты под влиянием речного стока. Высказано мнение о том, что погонофоры являются индикаторами углеводородных проявлений различного генезиса.

Ключевые слова: погонофоры, биогеография, Карское море, Енисейский залив, углеводородные проявления, организмы-индикаторы, Siboglinidae, Frenulata, Annelida

DOI: 10.31857/S2686738920010217

Погонофоры – свободноживущие морские черви, лишенные рта и кишечника. Согласно современным представлениям, погонофоры представляют собой отдельное подсемейство Frenulata в семействе Siboglinidae Caullery 1914 [1, 2]. Жизнедеятельность сибоглинид обеспечивается симбиотическими хемоавтотрофными бактериями, обитающими в клетках специального органа – трофосомы. Представители подсемейства Frenulata имеют симбионтов, которые способны окислять метан и сероводород [3, 4]. Сибоглиниды являются характерным компонентом сообществ в местах углеводородных просачиваний [1]. В восстановительных условиях происходит микробиологическое окисление метана с участием сульфатов, растворенных в морской воде. В результате в толще осадка создаются высокие концентрации сероводорода, которые необходимы для жизнедеятельности симбиотических хемоавтотрофных бактерий [3, 4].

Таким образом, все погонофоры, и те, что содержат метанооксиляющих симбионтов, и те, ко-

торые содержат сульфидоксиляющих симбионтов, могут служить индикаторами высоких концентраций углеводородов. Ранее на примере Охотского моря было показано, что распространение погонофор совпадает с высокими концентрациями метана в осадке и в придонном слое воды [5]. Что касается российского сектора Арктики, то погонофоры до настоящего момента были известны лишь в Баренцевом море и море Лаптевых [6–9], а также в Восточно-Сибирском море (собственные неопубликованные данные).

Настоящая работа представляет собой сообщение о первой находке погонофор в Карском море.

В ходе работ в 66-го рейса НИС “Академик Мстислав Келдыш” Института океанологии РАН им. П.П. Ширшова 27.07.2016 г. на станции 5348 (73°10' с.ш., 79°53.5' в.д.) на глубине 28 м в пробе осадка, взятой с помощью дночерпателя, был найден экземпляр нового для науки вида погонофор.

Обнаруженная погонофора обитала в цилиндрической трубке. При взятии пробы трубка разломилась на два фрагмента: передний (содержащий передний конец тела червя) и задний пустой. Передний фрагмент имел длину 28 мм и диаметр 2 мм, задний фрагмент имел длину 42 мм. Диаметр трубки 2 мм на переднем конце и 1.5 мм на предполагаемом заднем конце. На поверхности темно-коричневой трубки выражены кольцевые насечки, при этом в передней части трубки они

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

² Факультет биологических наук и аквакультуры, Северный университет, Буде, Норвегия

³ Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской Академии наук, Москва, Россия

*e-mail: mgantsevich@gmail.com



Рис. 1. Трубка погонофоры, найденная в Енисейском заливе, слева — скульптура трубки на переднем конце, справа — то же на заднем конце.

образуют воротнички, в задней части — кольца (рис.1).

Извлеченное из переднего фрагмента трубки тело червя подразделяется на головную лопасть, передний отдел (мезосому) и туловищный отдел (метасому). Головная лопасть треугольной формы, закругленная на конце, её высота 2 мм. С дорсальной стороны в основании головной лопасти расположено около 50–60 щупалец (рис. 2).

Мезосома несёт уздечку, а на границе с туловищным отделом имеет валикообразное расширение. Уздечка разделена на вентральной стороне и слитная с дорсальной стороны. Передняя часть туловищного отдела имеет диаметр 1.8 мм. По дорсальной стороне туловищного отдела проходит желобок, вдоль которого на гребнях расположены папиллы с кутикулярными пластинками.

Большое число щупалец и строение килей уздечки позволяет сблизить найденный в Карском море вид погонофор с представителями родов *Polybrachia* и *Galathealinum*. Однако у найденной нами погонофоры основание щупалец не образует подкову, которая характерна для родов *Polybrachia* и *Galathealinum*. Длина и расположение щупалец у найденного вида близко к таковому у *Bobmarleya gadensis* Hilario, Cunha, 2008 и *Choanophorus indicus* Bubko, 1965, но найденный экземпляр имеет иное строение трубки. Судя по морфологическим признакам, найденный нами эк-



Рис. 2. Передний конец тела погонофоры, найденной в Енисейском заливе. Обозначения: *fr* — уздечка, *te* — щупальца, *vg* — вентральная бороздка.

земпляр относится к новому для науки виду и роду. Описание нового вида и рода требует большого числа рисунков и данных по молекулярной генетике и будет представлено в отдельной публикации.

Место находки погонофоры расположено между о. Сибирякова и западным берегом полуострова Таймыр и интересно с нескольких точек зрения. Для этого района характерны резкие колебания поверхностной солёности от 6–8‰ летом до 12–16‰ зимой [10]. Погонофоры — это преимущественно глубоководные стеногалинные организмы, они обитают, как правило, в морях с солёностью, близкой к океанической. На первый взгляд находка погонофоры в эстуарии великой сибирской реки нарушает эту закономерность. Однако недавние исследования указывают на наличие выраженной солёностной стратификации

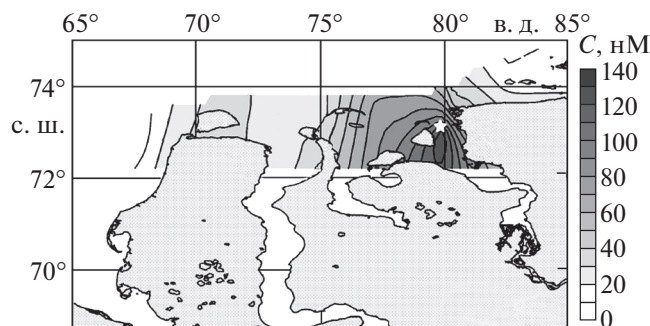


Рис. 3. Место находки погонофоры в Енисейском заливе (отмечено звездочкой) и распределение метана в поверхностном слое воды по [12].

в Енисейском заливе [11]. Несмотря на сильное распреснение поверхностных вод, в исследуемом районе уже на глубине 10 м солёность приближается к 30‰ [11]. Таким образом, солёность на глубине 28 м, где обнаружена погонофора, близка к океанической солёности, типичной для мест обитания погонофор.

Не менее существенным является тот факт, что район находки погонофоры в Карском море совпадает с недавно обнаруженными аномалиями в концентрации метана в толще воды (рис. 3).

Как следует из [12], место находки погонофоры находится в районе, где концентрация метана в поверхностном слое воды достигает 130 нМ, что является максимальным значением для южной части Карского моря. По мнению авторов цитированной работы, высокие концентрации метана в данном случае возникают как результат деградации толщ вечной мерзлоты под влиянием речного стока. Этот процесс интенсивно протекает в последние десятилетия в эстуариях Оби, Енисея и Лены в условиях общего потепления Арктики [12, 13]. Сделанная нами находка является еще одним подтверждением ранее отмеченной корреляции между распространением погонофор и высокими концентрациями метана [5]. Это позволяет рассматривать погонофор как надёжных индикаторов углеводородных проявлений различного генезиса.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование поддержано грантом РФФ 18–14–00141.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Все процедуры, проводимые в исследованиях с участием животных, соответствовали этическим стандартам учреждения или принятой практике для таких исследований.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ

Информированное согласие было получено от всех участников исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Hilario A., Capa M., Dahlgren T.G., Halanach K.M., Little C.T.S., Thornhill D.J., Verna C., Glover A.G.* New Perspectives on the Ecology and Evolution of Siboglinid Tubeworms // PLoS One. 2011. V. 6. Iss 2. P. 1–13, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016309>
2. *Карасева Н.П., Римская-Корсакова Н.Н., Галкин С.В., Малахов В.В.* Таксономия, географическое и батиметрическое распространение вестиментифер (Annelida, Siboglinidae) // Зоол. журн. 2016. Т. 95. № 6. С. 624–659.
3. *Naganuma T., Elsaied H.E., Hoshii D., Kimura H.* Bacterial endosymbioses of gutless tube-dwelling worms in nonhydrothermal vent habitats // Mar. Biotechnol. 2005. V. 7. P. 416–428.
4. *Lösekan T., Robador A., Niemann H., Knittel K., Boettius A., Dubilier N.* Endosymbioses Between Bacteria and Deep-Sea Siboglinid Tubeworms from an Arctic Cold Seep (Haakon Mosby Mud Volcano, Barents Sea) // Environ. Microbiol. 2008. V. 10. № 12. P. 3237–3254.
5. *Карасева Н.П., Ганцевич М.М., Обжиров А.И., Шакиров Р.Б., Старовойтов А.В., Смирнов Р.В., Малахов В.В.* Сибоглиниды (Annelida, Siboglinidae) как возможные индикаторы углеводородов на примере Охотского моря // ДАН. 2019. т. 486. № 1. с. 127–130. <https://doi.org/10.31857/S0869-56524861127-130>
6. *Иванов А.В.* Погонофоры. В кн.: Фауна СССР. Новая сер. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1960. № 75. 271 с.
7. *Ivanov A.V.* Deux genres nouveaux de pogonophores diplobranchiaux, *Nereilinum* et *Siboglinoides* // Cah. Biol. mar. 1961. 2: 381–397.
8. *Smirnov R.V.* Two new species of Pogonophora from the Arctic Mud Volcano off Northwestern Norway // Sarsia. 2000. V. 85. iss. 2. P.141–150. <https://doi.org/10.1080/00364827.2000.10414563>
9. *Sen A., Duperron S., Hourdez S., Piquet B., Léger N., Gebruk A., Le Port A.-S., Svenning M., Andersen A.* Cryptic frenulates are the dominant chemosymbiotrophic fauna at Arctic and high latitude Atlantic cold seeps // PLoS ONE. 2018. 13(12): e0209273. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209273>
10. *Добровольский А.Д., Залогин Б.С.* Моря СССР “Природа и хозяйство”. М.: Изд-во “Мысль”. 1965. 350.
11. *Долгополова Е.Н.* Закономерности движения вод и наносов в устье реки эстуарно-дельтового типа на

- примере р. Енисей // Водные Ресурсы. 2015. Т. 42. № 2. С. 175–185.
12. Шахова Н.Е., Семилетов И.П., Бельчева Н.Н. Великие сибирские реки как источники метана на арктическом шельфе // ДАН. 2007. Т. 414. № 5. С. 683–685.
13. Guo L., Semiletov I., Gustafsson Ö., Ingri J., Andersson P., Dudarev O., Whit D. Characterization of Siberian aRC-TIC for Terrestrial Organic Carbon Export // Global Biogeochemical Cycles. 2004. V. 18. GB1036. <https://doi.org/10.1029/2003GB002087>

THE FIRST FINDING OF POGONOPHORES (ANNELIDA, SIBOGLINIDAE) IN THE KARA SEA COINCIDES WITH THE AREA OF HIGH METHANE CONCENTRATION

N. N. Rimskaya-Korsakova^a, N. P. Karaseva^a, V.N. Kokarev^b, M. I. Simakov^c, M. M. Gantsevich^{a,#}, and Academician of the RAS V. V. Malakhov^a

^a *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation*

^b *Faculty of Biosciences and Aquaculture, Nord University, Bodø, Norway*

^c *Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

[#]*e-mail: mgantsevich@gmail.com*

The article is a report on the first finding of pogonophores (Annelida, Siboglinidae) in the Kara sea. The finding was made in the Yenisei Bay in the area where the highest concentrations of methane are observed in the whole southern part of the Kara sea, resulting from the degradation of permafrost under the influence of river flow. It is suggested that pogonophores are indicators of hydrocarbon manifestations of different origin.

Keywords: pogonophores, biogeography, Kara Sea, Yenisei Bay, hydrocarbon manifestations, organisms-indicators, Siboglinidae, Frenulata, Annelida