УДК 582.261.1: 574.587(269)

В. П. Герасимюк, В. Л. Зинченко

ДИАТОМОВЫЕ ОБРАСТАНИЯ КИТОВ МАЛЫХ ПОЛОСАТИКОВ В ВОДАХ АНТАРКТИКИ

Исследованы обрастания китов малых полосатиков из Антарктики. Установлено, что доминирующим видом в составе обрастаний была *Bennettella ceticola* (Nelson ex Bennett) Holmes, в качестве сопутствующих видов были найдены *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kütz., *Fragilariopis kerguelensis* (O'Meara) Hust. и *Nitzschia media* Hant. Подсчитаны количественные показатели (численность и биомасса) диатомовых пленок на коже китов.

Ключевые слова: диатомовые водоросли, обрастания, киты, Антарктика.

Известно, что диатомовые водоросли избирают в качестве своего субстрата не только неживые объекты (камни, пески, илы, искусственные сооружения), но поселяются и на растениях (водорослях-макрофитах) и животных (моллюсках, крабах, млекопитающих). К последним относятся дельфины и киты.

Первые сведения о том, что киты, обитающие в антарктических водах, часто покрываются желтыми пятнами, принадлежат Баретту-Хамильтону (цит. по [9]). В дальнейшем это явление исследовал А. Г. Беннет [9], который установил, что желтые пятна на коже живых китов обусловлены присутствием диатомовых водорослей в больших количествах. На основании материалов экспедиции «Дискавери» Т. А. Макинтош и И. Е. Уиллер [13] подтвердили заключение А. Г. Беннета о том, что киты обрастают диатомеями главным образом в антарктических водах. В исследовании по обрастаниям китообразных [10], сделан вывод о том, что диатомеи встречаются на всех видах китов, приходящих в антарктические воды. Много видов диатомовых водорослей на китах описано в северной части Тихого океана и Антарктике [12, 14]. Т. Гарт [10] указал, что и клетки *Cocconeis ceticola* (Nelson ex Bennett) образуют протоплазматические тяжи, которые проникают в эпидермис на шрамах кожи китов. Автор считал, что *C. ceticola* может быть и активным паразитом, нормальный же способ питания этой диатомеи — голофитический, частично — сапрофитический, когда водоросли заселяют отмершие клетки кожи китов. Изучение пленок обрастаний *C. ceticola* привело к заключению, что диатомовые водоросли наиболее обычны на китообразных в холодных водах высоких широт. Р. В. Холмс [11] согласно данным, полученным с помощью электронной микроскопии, доказал, что этот вид водоросли должен быть переименован в *Bennettella ceticola* (Nelson ex Bennett) Holmes.

© Герасимюк В. П., Зинченко В. Л., 2011

По степени обрастания кожи китов диатомеями определяют сроки пребывания млекопитающих в Антарктике [6, 15], что, в свою очередь, служит маркером при изучении миграции китов. Приводятся расчёты этих сроков [3, 4].

Выявлена корреляционная связь трех биологических показателей: степени обрастания, длины эмбриона у беременных самок и толщины покровного сала китов. Эта корреляция обусловлена не взаимным влиянием показателей друг на друга, а зависимостью каждого из них от четвертого — срока пребывания кита в полярных водах [4].

Целью нашей работы было изучение морфологических особенностей створок *B. ceticola*, а также количественных характеристик (численности и биомассы) в обрастаниях китов.

Материал и методика исследований. Материалом послужили пробы, собранные в период 1981—1985 гг. во время китобойного промысла китов малых полосатиков (*Balaenoptera acutorostrata* Burmeister) на китобойной базе «Советская Украина» в Антарктике.

Малый полосатик (минке) — космополит, самый малоразмерный представитель рода, максимальная отмеченная нами длина тела — 10,4 м, масса — 9,0 т, возраст — 64 года. Наблюдается половой диморфизм, одновозрастные самки в среднем крупнее самцов. Предполагается существование двух популяций этих китов, которые не смешиваются, в Северном и Южном полушариях.

Работы велись в трех из из шести секторов Антарктики: 1 сектор — 70—71° ю. ш. и 77—81° з. д. (зал. Маргерит моря Беллинсгаузена); III сектор — 66—70° ю. ш. и 5—42° в. д. (море Рисер-Ларсена); IV сектор — 65—67° ю. ш. и 71—111° в. д. (море Дейвиса).

В полевых условиях условно в четырёх баллах качественно оценивали степень обрастания добытых китов диатомовыми водорослями: 0 — видимых следов обрастания нет; 1/8 — малое обрастание, отдельные бледно-жёлтые округлые пятна; 1/2 — большая часть тела кита покрыта плёнкой горохового цвета; 1 — сильное обрастание, тело полностью покрыто плотной жёлто-коричневой пленкой обрастания [15].

Скальпелем делали соскобы или снимали участки кожных покровов размером 10×10 см с обрастаниями для количественных проб, после чего материал помещали в специальные ёмкости и фиксировали 4%-ным р-ром формалина. Материал собирали с различных частей тела (брюхо, бока, хвостовые лопасти, голова, спина). Исследовали животных разного пола, размера. Всего было собрано 206 проб с 206 китов (106 самок и 100 самцов) (табл. 1).

Сбор и обработку материала осуществляли по общепринятым методикам [1, 2]. Биомассу диатомей определяли счетно-объемным методом. Численность и биомассу водорослей рассчитывали на единицу поверхности участка тела кита.

1. Пробы обрастаний малых полосатиков (1984—1985 гг.)

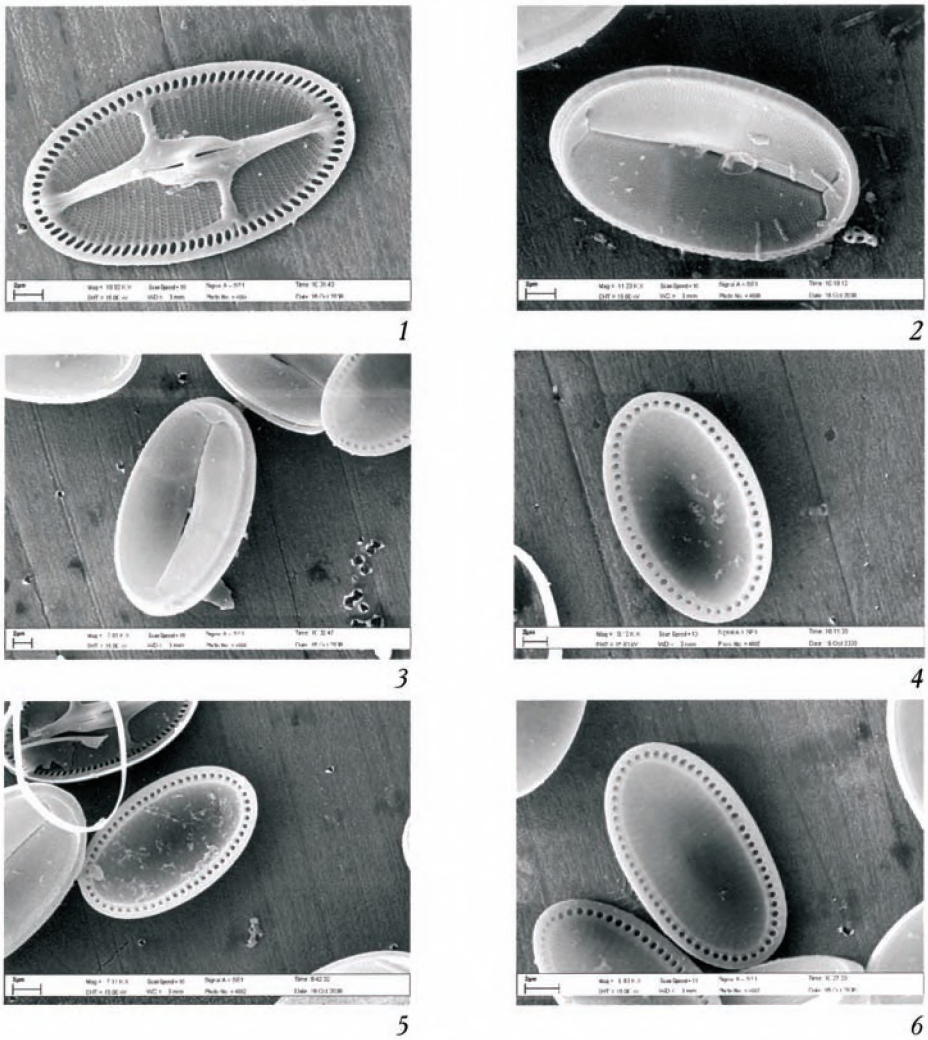
Пол кита	Длина тела, м	Участок тела кита	Степень обрастания
♀	8,3	Хвостовой стебель	1/2
♀	9,2	Хвостовая лопасть	1/8
♀	9,1	Хвостовой стебель	1/2
♂	8,2	Хвостовая лопасть	1/8
♀	9,1	Брюхо	1/8
♂	7,8	Бок	1
♂	8,5	Брюшные полосы	1/8
♂	8,2	Хвостовой стебель	1/8
♂	8,6	Хвостовая лопасть	1/8
♀	9,0	Спина	1/8
♀	9,2	Хвостовой стебель	1
♀	8,5	Хвостовой стебель	1/8
♀	8,9	Бок	1
♀	9,2	Хвостовой стебель	1/2
♀	8,3	Хвостовая лопасть	1/8
♀	8,9	Брюшные полосы	1/8
♂	8,0	Голова	1/8
♀	9,2	Брюхо	1
♀	9,3	Хвостовая лопасть	1/8
♀	8,2	Брюхо	1/8

Для микроскопирования диатомовые водоросли подвергали специальной обработке [2]. Постоянные препараты изготовляли согласно методике [8]. Всего было изготовлено и изучено 84 постоянных препарата.

Изучение структуры клеток водорослей и панцирей диатомей проводили при помощи световых микроскопов XSP-104 (Россия), PZO (Польша) и Ergaval (ФРГ) и сканирующего электронного микроскопа ISM-35S (Япония). Для фотографирования створок водорослей применяли цифровой фотоаппарат Canon.

Результаты исследований и их обсуждение

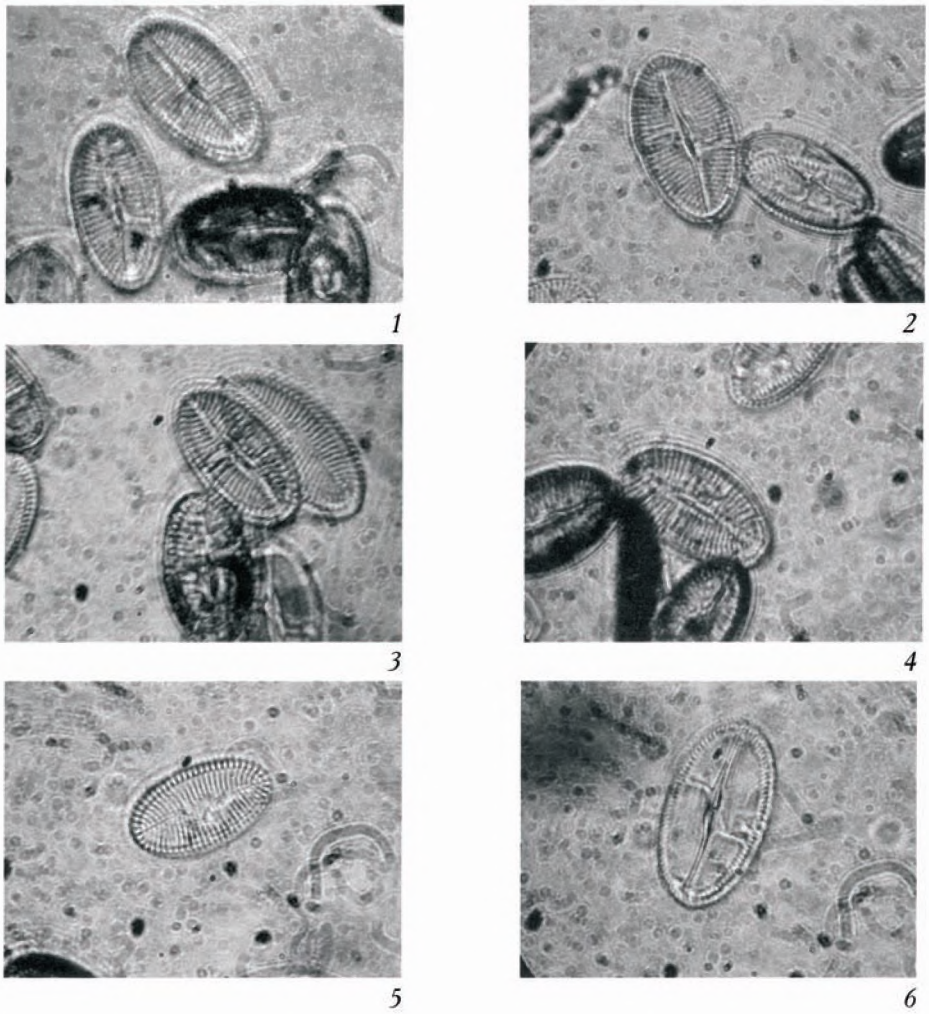
Установлено, что плёнка обрастания толщиной до 1 мм практически целиком сформирована диатомовыми водорослями *B. ceticola* (рис. 1, 2). Ее



1. Структура поверхности створок *Bennettella ceticola* (СЭМ): *1* — внутренняя поверхность нижней створки; *2*, *3* — наружная поверхность верхней створки; *4—6* — внутренняя поверхность верхней створки.

толщина у самок в 2—3 раза больше, чем у самцов. Киты заражаются микроспорами, которые внедряются в кожу, где находят питательные вещества для своего развития. Общеизвестно, что некоторые виды диатомей обладают миксотрофным типом питания. Не исключением является и *B. ceticola*. Возможно, этот вид является факультативным паразитом, что подтверждают и некоторые литературные данные [10].

Результаты измерений длины и ширины 20 створок водоросли, количество структурных элементов (число штрихов в 10 мкм) и результаты статистической обработки [7] приведены в таблице 2.



2. Структура поверхности створок *Bennettella ceticola* (СМ): *1—4*, *6* — нижняя створка; *5* — верхняя створка.

Установлено, что наиболее вариабельными являются длина и ширина створок, в меньшей степени — количество штрихов.

На коже китов находится альгоценоз, в котором доминирующим видом является *B. ceticola*, а в качестве сопутствующих очень редко встречаются отдельные створки *Fragilariopsis kerguelensis* (O'Meara) Hust., *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kütz. и *Nitzschia media* Hantzsch.

Степень обрастания различных частей тела китов сильно варьирует. В большей степени диатомовым обрастаниям подвержены хвостовой стебель, хвостовые лопасти, брюхо, бока, в меньшей — голова и спина (см. табл. 1).

С экологической точки зрения по отношению к солености воды вид *B. ceticola* является полигалобом, по отношению к pH среды — алкалифилом, с

2. Вариабельность размеров и структурных элементов створок *B. ceticola*

Признаки	*lim*	*M* ± *m*	*Mo*	*Me*	x_{max}/x_{min}	*C*
Длина	17,0—34,5	22,8 ± 3,8	23,0	22,5	2,03	16,7
Ширина	9,0—15,0	12,8 ± 1,5	13,5	13,5	1,67	11,7
Количество штрихов	11,0—15,0	13,5 ± 1,2	14,0	14,0	1,36	8,9

Примечание. *lim* — пределы колебаний; *M* — среднее арифметическое; *m* — стандартное отклонение; *Mo* — мода; *Me* — медиана; x_{max} — максимальная величина признака; x_{min} — минимальная величина признака; *C* — коэффициент вариации.

3. Количественные показатели диатомеи *B. ceticola* на коже китов разного пола

Пол кита	Численность, млн. кл/м^2	Биомасса, г/м^2
♂	1050,6 ± 57,25	3,06 ±0,16
♂	1026,8 ± 374,6	2,99 ± 1,09
♂	1244,4 ± 351,6	3,63 ± 1,02
M ± *m*	1107,3 ± 261,2	3,23 ± 0,76
♀	1035,0 ± 19,36	3,02 ± 0,06
♀	6053,0 ± 1118	17,70 ±3,26
♀	543,7 ± 196,7	1,58 ±0,57
M ± *m*	2543,9 ± 444,68	7,43 ± 1,29

Примечание. *M* — среднее арифметическое, *m* — ошибка среднего.

географической — аркто-антарктическим циркумполярным видом. Встречается часто на китах и дельфинах, на других живых субстратах не отмечен.

Численность диатомей, отмеченная на самцах, изменялась от 1026,8 до 1244,4 млн. кл/м^2, тогда как на самках она достигала больших величин — 543,7—6053,0 млн. кл/м^2 (табл. 3). Средняя численность микроводорослей на коже самцов составляла 1107,3 млн. кл/м^2, а у самок в 2,5 раза выше — 2543,9 млн. кл/м^2.

Биомасса водорослей варьировала в широких пределах: самцы — 2,99—3,63 г/м^2, самки — 1,58—17, 70 г/м^2. Средняя биомасса водорослей в обрастаниях у самок в 2 раза выше, чем у самцов. Бо́льшая численность и биомасса водорослей на поверхности тела самок по сравнению с самцами, по всей видимости, объясняется более толстым слоем жира у самок.

Заключение

В обрастаниях малых полосатиков доминирующим видом является диатомовая водоросль *B. ceticola*, сопутствующими — *G. marina*, *F. kerguelensis*, *N. media*.

Среди характеристик вида *B. ceticola* наиболее вариабельными являются его размеры (длина, ширина), в меньшей степени — количество структурных элементов (количество штрихов) в 10 мкм. Количественные характеристики (численность и биомасса) обрастаний у самок превосходят таковые у самцов.

**

Досліджено обростання китів малих полосатиків з Антарктики. Встановлено, що домінуючим видом у складі обростань була Bennettella ceticola (Nelson ex Bennett) Holmes, як супутні види відмічено Grammatophora marina (Lyngb.) Kütz., Fragilariopsis kerguelensis (O'Meara) Hust. та Nitzschia media Hant. Підраховано кількісні показники (чисельність і біомасу) діатомових плівок на шкірі китів.

**

The fouling of minke whales in Antarctica had been studied. It was established that the dominant species in the species composition was Bennettella ceticola (Nelson ex Bennett) Holmes, and Grammatophora marina (Lyngb.) Kütz., Fragilariopsis kerguelensis (O'Meara) Hust. and Nitzschia media Hantas were found tp be the accompanying species. The quantitative indicators (number and biomass) of diatom films on the skin of whales were calculated.

**

1. *Водоросли*. Справочник. — Киев: Наук. думка, 1989. — 608 с.
2. *Диатомовые* водоросли СССР. Ископаемые и современные. — Л.: Наука, 1974.— Т. 1.— 402 с.
3. *Зинченко В. Л.* Анализ обрастания малых полосатиков в Антарктике в связи с их миграциями // Морскик млекопитающие: Тез. докл. IX Всесоюз. совещ. по охране и рацион. использ. морск. млекопитающих.— Архангельск, 1986. — С. 157—158.
4. *Зинченко В. Л.* Изменение структуры популяции малого полосатика Южного полушария в течение нагульного периода в Антарктике // Там же. — Архангельск, 1986. — С. 159—160.
5. *Зинченко В. Л., Михалёв Ю. А.* Скорость обрастания малых полосатиков диатомовыми водорослями // Там же. — Архангельск, 1986. — С. 164—165.
6. *Ивашин М. В.* Обрастание финвалов диатомовыми водорослями в Антарктике // Тр. ВНИРО — 1958. — Т. 33. — С. 16—25.
7. *Шмидт В. М.* Математические методы а ботанике. — Л.: Изд- во Ленингр. ун-та, 1984.— 288 с.
8. *Эльяшев А. А.* О простом способе приготовления высокопреломляющей среды для диатомового анализа //Тр. НИИ геологии Арктики. — 1957. — Т. 4. — С. 74—75.
9. *Bennett A. G.* On the occurrence of diatoms on the skin of whales with an Appendix by E. W. Nelsoln // Royal Soc. London Proc. — 1920. — Vol. 91. — P. 352 —357.
10. *Hart T. J.* On the diatoms of the skin film of whales and their possible bearing on problems of whales' movements // Disc. Rep.— 1935. — Vol. 10. — P. 249—282.

11. *Holmes R. W.* The Morphology of Diatoms Epizoic on Cetaceans and their Transfer from Cocconeis to Two New Genera, Bennetella and Epipellis // Br. Phycol. J. — 1985. — Vol. 20 — P. 43—57
12. *Hustedt F.* Deatomeen aus der Lebensgemeinschaft des Buckelwals (Megaptera nodosa) // Arch. fьr Hydrobiol. — 1952. — Vol. 46, N 12. — S. 47—58.
13. *Mackintosh T. A., Wheeler I. E.G.* Discovery Reports . — 1929. — Vol. 1. — P. 25—68.
14. *Nemoto T.* On the diatom of the skin films of whales in the northern Pacific // Sci. Rep. Whales Res. Inst. (Tokyo). — 1956. — Vol. 11. — P. 97—132.
15. *Zinchenko V. L., Mikhalev Yu.* A Dinamics of the structure of minke whale population on feeding grounds in the Antarctic region. // Sci. Commition. — 1982. — Vol. 35, N 10. — P. 136.

Одесский национальный университет Поступила 10.05.11