

REGIONAL VARIABILITY OF THE COEFFICIENTS OF DIURNAL DYNAMICS
FOR SOUND-SCATTERING LAYERS IN THE TROPICAL PART OF ATLANTICS

Summary

Variability of coefficients of diurnal dynamics for sound-scattering layers normalizing acoustic characteristics of the upper active layer of the water mass has been studied in three latitude areas in the tropical part of Atlantic by the dark or light time of the day. The works were conducted at the frequency of 80 kHz in summer months of 1986 and 1987. Spatial distribution and value of force of reverse volume sound scattering are shown to depend on biological situation and hydrodynamical conditions of water masses in the studied region.

УДК 595.384.12(267)

Е. А. ПАХОМОВ, В. В. МЕЛЬНИКОВ, О. В. КОЛЬЦОВ

ПЕЛАГИЧЕСКИЕ КРЕВЕТКИ ПРИЭКВАТОРИАЛЬНЫХ ВОД
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Исследованы таксономический состав, пищевое содержание желудков и зрелость половых продуктов самок пелагических креветок центральной части Индийского океана. Установлено, что в эпипелагиали региона встречается 18 видов креветок (исключая сергестид). Основу их пищи составляют веслоногие, эвфаузиевые и ракушковые раки, личинки и мальки рыб, щетинкочелюстные и килевогие моллюски. Снижение межвидовой конкуренции креветок при сходных пищевых спектрах обеспечивается различиями в размерах потребляемых жертв. Невысокие индексы зрелости половых продуктов самок в эпипелагиали свидетельствуют о том, что половозрелые особи обитают на большой глубине. Изучены основные особенности плодовитости у доминирующего вида *Thalassocaris obscura*.

До настоящего времени таксоцен пелагических креветок Индийского океана исследован еще недостаточно полно [6, 7, 9—11]: слабо изучен фаунистический состав и практически нет данных об особенностях их питания и размножения.

Материал и методика. Материал (табл. 1) был собран в июле — августе 1978 г. в 4-м рейсе нис «Профессор Водяницкий» тралом Айзекса — Кидда в модификации Э. З. Самышова в ночное время суток в эпипелагиали центральной части Индийского океана. Всего собрано 363 экз. пелагических креветок.

Биологический анализ включал измерения общей длины тела с точностью $\pm 0,1$ мм (от глазных орбит конуса тельсона), взвешивание на аналитических весах с точностью до 10 мг (мелких особей — на торсионных весах с точностью ± 1 мг), определение пола, зрелости гонад самок, стадий развития и размеров икры. Абсолютную плодовитость определяли, исследуя общее количество ооцитов в гонадах на V стадии зрелости, рабочую — общее количество икринок V стадии зрелости на плеоподах [2, 4].

Кроме того, у 11 видов (316 экз.) изучено пищевое содержание желудков, анализ которого проводили по методике Е. Н. Турпаевой [5] в модификации Р. Н. Буруковского и Ю. М. Фроермаи [3]. Наполненные желудки определяли по 4-балльной шкале [1]. По некоторым пищевым остаткам были восстановлены первоначальные размеры жертв. Встречаемость пищевых объектов и их объем в пищевом комке устанавливали для видов, представленных в коллекции 10 и более особями. Для малочисленных видов отмечали присутствие тех или иных пищевых объектов.

Результаты и обсуждение. В ночное время суток в эпипелагиали исследованного региона встретилось 18 видов пелагических креветок¹, пред-

¹ Из-за плохой сохранности *Sergestes* не учитывали.

ставленных преимущественно интерзональными мигрантами [8], которые поднимаются ночью к поверхности для питания.

Судя по составу пищи, все исследованные виды (табл. 2) плотоядны. Содержимое желудков состоит преимущественно из остатков ракообразных (веслоногих рачков родов *Oncaea*, *Candacia*, *Scolecithrix*, *Corysaeus*, *Euchaeta*, *Pseudocalanus*, эвфаузиевых и ракушковых раков), а также личинок и мальков рыб (преимущественно семейства *Mystophidae*), щетинкочелюстных, киленогих моллюсков (*Atlanta* sp.) и фораминифер. В целом пище-

Таблица 1. Характеристика пелагических креветок приэкваториальных вод центральной части Индийского океана

Вид	Количество, экз.	Длина, мм	Сырая масса, мг	Индекс зрелости половых продуктов самок (P)
<i>Gennadas bouvieri</i> , Kemp, 1910	3	26,0/35,1 (30,5)	200/389 (291)	2
<i>G. brevirostris</i> , Bouvier, 1906	5	20,0/27,4 (23,4)	129/281 (182)	—
<i>G. clavicarpus</i> , De Man, 1907	58	20,8/38,7 (33,3)	141/578 (398)	2,27
<i>G. incertus</i> , Balls, 1927	3	27,8/29,0 (28,6)	171/208 (191)	4,0
<i>G. parvus</i> , Bate, 1881	12	18,1/24,0 (21,2)	107/190 (149)	1,9
<i>G. scutatus</i> , Bouvier, 1906	16	10,2/28,0 (22,8)	29/258 (175)	2,67
<i>Funchalia balboae</i> , Faxon, 1893	2	95,0/102,0 (98,5)	6150/6250	—
<i>F. taaningi</i> , Burkenroad, 1940	1	33,3	261	1
<i>F. villosa</i> , Bouvier, 1905	1	59,0	1920	—
<i>Stylopandalus richardi</i> , Coutiere, 1905	15	21,0/39,0 (27,6)	56/228 (180)	1,6
<i>Oplophorus gracilirostris</i> , A. Milne-Edwards, 1881	1	20,7	106	1
<i>Oplophorus spinicauda</i> , A. Milne-Edwards, 1883	6	22,0/30,0 (24,8)	85/215 (120)	1
<i>O. spinosus</i> , Brulle, 1839	42	14,1/39,0 (21,6)	24/420 (275)	1,1
<i>O. typus</i> , A. Milne-Edwards, 1837	5	20,4/57,0 (30,3)	75/2100 (552)	1,8
<i>Acanthephyra quadrispinosa</i> , Kemp, 1839	1	80,0	7120	—
<i>A. sanguinea</i> , Wood-Masson, 1892	37	19,9/85,0 (36,8)	32/4860 (1720)	1,1
<i>Thalassocaris lucida</i> , Dana, 1852	1	8,6	19	9
<i>Th. obscura</i> , Menon, Williamson, 1971	154	9,9/16,2 (14,0)	15/63 (42)	2,4

Примечание. Перед чертой — минимальное значение, за чертой — максимальное, в скобках — среднее.

вые спектры большинства исследованных видов креветок сходны, но имеются различия в размерах потребляемых жертв. Так, в желудках *Thalassocaris obscura* (при длине тела 13—14 мм) встречаются животные длиной 1,5—2,0 мм. Более крупный вид *Oplophorus spinosus* (при длине тела 21—22 мм) потребляет животных размером до 10 мм. Крупные десятиногие используют в пищу и мелких креветок: в желудках *Gennadas clavicarpus* и *Acanthephyra sanguinea* обнаружены остатки — *Stylopandalus richardi* и *Th. obscura*. Размеры жертв в желудках *A. sanguinea* (при длине тела 58—59 мм) достигают 25 мм. Подобные различия в размерах потребляемых жертв, очевидно, способствуют ослаблению межвидовой конкуренции креветок за пищу.

Таблица 2. Пищевое содержание пелагических креветок

Пищевой компонент	Вид										
	Cennadas bouvieri	Gennadas brevirostris	Gennadas clavicarpus	Gennadas incertus	Gennadas parvus	Gennadas scutatus	Stylopandalus richardi	Oplophorus spinicauda	Oplophorus spinosus	Acathephyra sanguinea	Thalassocaris obscura
Личинки и мальки рыб	+	+	63,8/20,3	++	90,0/42,7	43,8/20,0	15,4/5,6	+	45,5/41,3	88,1/36,0	16,3/3,5
Десятиногие раки Stylopandalus richardi	—	+	13,8/11,6	—	—	—	15,4/1,1	—	12,1/—	33,6/22,0	31,3/4,8
Thalassocaris obscura	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—
Веслоногие раки	+	++	79,3/17,7	+	70,0/10,2	68,8/6,6	69,2/57,8	++	87,9/27,1	50,4/7,0	43,5/31,3
Ракушковые раки	+	+	24,1/2,2	—	70,0/10,2	25,0/1,6	15,4/5,6	—	—	33,6/14,4	24,5/30,0
Эвфаузные раки	++	+	51,7/38,0	++	50,0/5,0	68,8/56,7	23,1/5,6	—	51,5/13,1	50,4/11,8	28,2/12,2
Мизиды	—	—	1,7/—	—	10,0/—	6,2/—	—	—	—	8,4/—	2,0/—
Равноногие раки	—	—	6,9/—	—	20,8/18,6	31,6/1,6	7,7/1,1	—	—	4,2/—	2,7/0,5
Неопределенные ракообразные	—	—	—	—	—	—	7,7/6,5	—	6,1/—	—	8,2/—
Классовые моллюски	+	+	31,0/2,2	+	10,0/—	12,5/—	15,4/2,2	+	21,2/10,0	12,5/4,4	13,6/—
Головоногие моллюски	—	—	—	—	—	—	7,7/—	—	—	4,2/—	0,7/—
Многощетинковые черви	—	+	6,9/—	—	—	25,0/—	15,4/1,1	—	3,0/—	20,9/—	19,5/5,4
Щетинкочелюстные	—	+	44,8/3,1	+	10,0/—	31,6/13,6	46,2/8,9	—	48,5/8,5	19,0/4,4	12,2/8,2
Фораминиферы	+	+	34,5/5,4	+	40,0/10,0	37,5/—	7,730	—	3,0/—	—	0,7/—
Жир	+	++	19,0/—	+	30,0/2,2	18,7/—	—	—	—	—	—
Икра	—	—	8,6/—	+	—	—	—	—	—	—	—
Нематоды	—	—	—	—	30,0/1,1	—	—	—	3,0/—	—	—
Диатомеи	—	—	5,2/—	—	—	—	—	—	—	8,4/—	0,7/—
Неопределенные остатки	—	—	—	—	—	—	7,7/—	—	9,1/—	4,2/—	0,7/2,7
Количество обработанных желудков	3	5	58	3	10	16	13	4	33	24	148
Количество заполненных пищевых	1	1	31	2	4	6	9	3	7	12	25

Примечание: (—) — отсутствие пищевого объекта, (+) — присутствие пищевого объекта (++) — преобладающий пищевой объект. Перед чертой — встречаемость пищевого объекта, %, за чертой — объем в пищевом комке, %.

Невысокие индексы зрелости половых продуктов самок (табл. 1) свидетельствуют о более глубоком распределении половозрелых особей большинства из исследованных видов.

Исключение составляет немигрирующий приповерхностный вид *Th. obscura*, встречаемость которого в уловах достигала 36,4 %. У самок этого вида в момент наблюдений заканчивался период выбоя гонад и откладки икры: 37 % из них имели гонады на II стадии зрелости, 28 — на V и 55 % несли икру на плеоподах. Установлено, что половое созревание самок *Th. obscura* наступает при длине тела 11—13 мм, при которой в период нереста обычно наблюдаются параллельное созревание гонад и развитие икры: 80 % самок с гонадами на II стадии зрелости несли на плеоподах икру I и II стадий развития и аналогично 75 % самок с гонадами на IV и V стадиях зрелости несли икру V стадии развития. Подобный механизм параллельного созревания гонад и развития икры, очевидно, позволяет этому виду в течение нерестового периода дать несколько генераций.

Количество особей в одной генерации во многом зависит от плодovitости самок и потерь икры во время инкубации. Обычно в гонадах самок *Th. obscura* на V стадии зрелости содержится в среднем 135 ооцитов (67—200). На плеоподах среднее количество икры, зависящее от размеров самок, как правило, почти на порядок меньше: 5—23 шт. у самок с размерами 11—16 мм (при варьировании от 10 до 110 шт.).¹ Среднее количество икры с эмбрионами, готовыми к выклеву, составляет только 15 шт. (1—54 шт.). В естественных условиях уменьшение количества икринок происходит, вероятно, за счет их роста во время развития: с I по V стадию длина икринок при неизменной ширине (0,46 мм) увеличивается в среднем на 17,7 % (с 0,65 до 0,79 мм). Причем у более крупных самок (15—16 мм) икринки на всех стадиях развития на 3—7 % больше, чем у мелких (13—14 мм).

Заключение. В исследованном регионе встречено 18 видов пелагических креветок (исключая сергестид), представленных преимущественно интерзональными мигрантами, поднимающимися ночью к поверхности для питания. Основу их пищи составляют веслоногие, эвфаузиевые и ракушковые раки, личинки и мальки рыб, щетинкочелюстные и килевогие моллюски. Снижение межвидовой конкуренции при сходных пищевых спектрах обеспечивается различиями в размерах потребляемых жертв. Собранные креветки были представлены в основном неполовозрелой молодью, за исключением нерестящегося вида *Th. obscura*. Самки этого вида несут в гонадах на V стадии зрелости в среднем 135 ооцитов и около 15 икринок на плеоподах с эмбрионами, готовыми к выклеву. Параллельное созревание гонад и развитие икры, очевидно, позволяет *Th. obscura* дать несколько генераций в течение одного нерестового периода.

1. Буруковский Р. Н. Питание розовой креветки (*Penaeus duorarum*, Burkenroad) у побережья Мавритании // Тр. ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. — 1969. — 65, С. 17—423.
2. Буруковский Р. Н. Некоторые аспекты биологии розовой креветки (*Penaeus duorarum*, Burkenroad) // Тр. АтлантНИРО. — 1972. — 42. — С. 86—119.
3. Буруковский Р. Н., Фроерман Ю. М. Подход к изучению способов охоты у хищных морских беспозвоночных // Океанология. — 1974. — 14, № 1. — С. 167—172.
4. Колцов О. В., Пахомов Е. А. Некоторые черты биологии креветки *Pasiphaea sivado* // Зоол. журн. — 1986. — I. вып. I. — С. 138—141.
5. Турпаева Е. Н. Питание и пищевые группировки морских донных беспозвоночных // Тр. ИОАН СССР. — 1953. — 7. — С. 250—299.
6. Borradaile L. A. On Carides from the Western Indian Ocean (Pearcy sladen trust expedition) // Trans. Linn. Soc. London. — 1917. — 17. P. 397—412.
7. De Mann J. G. The Decapoda of the Siboga Expedition // S. Afr. J. Zool. — 1920. — 16, N 3. — P. 132—136.
8. Omory M. The biology of Pelagic shrimps in the Ocean // Advances in Marine Biology. — 1974. — 12. — P. 243—259.
9. Radaman N. M. Crustacea: Penaeidae John Murray Exped. — 1933—1934 // Scient. Rep. — 1938. — 5, N 3. — P. 37—76.
10. Termizi N. M. Crustacea: Penaeidae. 2. Series Benthescymae John Myrray Exped. — 1933—1934 // Sci. Rep. — 1960. — 10, N 7. — P. 319—383.

¹ Без учета потерь при поимке и фиксации материала.

Юж. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии
Украины, Керчь
Ин-т биологии юж. морей
им. А. О. Ковалевского АН Украины,
Севастополь

Получено 3.03.92

E. A. PAKHOMOV, V. V. MELNIKOV, O. V. KOLTSOV

PELAGIC SHRIMPS OF EQUATORIAL WATERS IN THE CENTRAL PART OF THE INDIAN OCEAN

Summary

Taxonomical composition, basic peculiarities of nutrition and reproductive biology of pelagic shrimps in the central part of the Indian Ocean have been studied. It is established that taxocene of the shrimps is represented by 18 species (excluding sergestides) most of which are widely distributed interzonal migrants. Copepoda, euphasia and mussel crawfish, larvae, fish fry, setamandibular molluscs and keelepoda are the main food. A decrease of interspecies competition with similar food spectra is attained mainly due to differences in the size of consumed organisms. Low indices of maturity of female sexual products in the epipelagial prove that mature species come to the surface only during fattening. A relation between absolute and operation fertility in *Thalassocaris obscura* has been studied.

УДК 577.473

И. Н. ИЛЬИН

КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЛИГОМИКСТНОГО БИОЦЕНОЗА

Биоценоз океанического пелагического обрастания сравнительно несложен. Математическое моделирование его может быть весьма продуктивным при выявлении общетеоретических закономерностей и практических нужд. Впервые на основе факторов, лимитирующих океаническое обрастание, проведено его концептуальное моделирование. Построены блок-схемы связей обрастания со средой и взаимодействий его компонентов.

Концептуальное моделирование признается теперь необходимой частью математического моделирования биосистем. Особенно важно оно при изучении природных сообществ, знания о которых страдают неполнотой. Поэтому при их концептуальном моделировании кроме известных закономерностей и фактических данных широко используют гипотезы, аналогии и предположения. Отметим также, что концептуальные модели важны не только как ясное, четкое и краткое отображение действительности, но и как инструмент дальнейшего совершенствования теории.

Выбор объекта этой работы — биоценоза океанического пелагического обрастания — обусловлен его сравнительной несложностью. Так, он включает небольшое количество макроорганизмов. Важнейшая особенность рассматриваемого биоценоза — развитие на первоначально незанятых обособленных субстратах. Моделирование этого биоценоза может быть весьма продуктивным при выявлении общетеоретических закономерностей, в частности факторов, управляющих биосистемами, при обосновании мониторинга, экотоксикологических исследованиях, защите от биоповреждений и биопомех. Нужно отметить также исключительно важное значение проблемы океанического обрастания (рис. 1). Ее значение возрастает с усилением антропогенного воздействия на Мировой океан, с увеличением судоходства, океанических исследований, добычи полезных ископаемых.

© И. Н. Ильин, 1993