

67
ISSN 0044-5134

• АКАДЕМИЯ НАУК СССР •

Зоологический журнал



том LXIII
вып. 1

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1984

УДК 591.9(211)

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОВЕДЕНИЯ МАССОВЫХ ВИДОВ КРИОПЕЛАГИЧЕСКОЙ ФАУНЫ ПОД ДРЕЙФУЮЩИМ АРКТИЧЕСКИМ ЛЬДОМ

И. А. МЕЛЬНИКОВ

На основании данных, полученных во время водолазных наблюдений в 1977—1980 гг., обсуждаются закономерности поселения криопелагической фауны под арктическим дрейфующим льдом. В Центральном Арктическом бассейне распределение криофауны определяется в основном многолетними льдами. На примере амфиподы *Parathemisto libellula* показано, что форма подводного макрорельефа льда и подледное течение в совокупности создают условия для формирования стайных скоплений ракообразных в контактной зоне «вода — лед». Рассматриваются некоторые примеры поведения массовых видов криобиоценоза на различных стадиях динамики снежно-ледяного покрова.

За последнее десятилетие для получения данных о распределении, разнообразии и поведении планктонных и бентосных животных, наряду со стандартными ловами с помощью сетей и тралов разных конструкций, в гидробиологической практике стали активно применять легководолазную технику. Особенно эффективно оказалось ее использование в специфических условиях антарктического и арктического припая (Грузов и др., 1967; Голиков, Аверинцев, 1977) и дрейфующего льда Центрального Арктического бассейна (Мельников, 1979). Так, благодаря применению классических методов сбора животных в сочетании с подводными методами удалось выявить существование разнообразной криопелагической фауны, биотопически связанной с морской поверхностью многолетних льдов (Андряшев, 1967; Мельников, Куликов, 1980).

Кроме того, применение акваланга дало возможность наблюдать некоторые особенности макро- и микрораспределения криофауны, а также особенности поведения скоплений ракообразных у поверхности льда. Образование стайных скоплений — явление, характерное для большинства планктонных животных умеренных и тропических вод. Их образуют некоторые виды калянид (Hammer, Carleton, 1979), мизиды (Clutter, 1969), эуфаузииды (Brown et al., 1979), креветки (Беренбойм, Попков, 1980), а также медузы, сифонофоры, гребневники, пелагические моллюски, оболочники (Harbison, Madin, 1979). Информации подобного рода о криофауне высоких широт Арктики в литературе до сих пор не было.

В основу настоящего сообщения положены данные, полученные автором во время водолазных гидробиологических исследований в Центральном Арктическом бассейне на дрейфующих станциях СП-22, СП-23 и СП-24 в 1977—1980 гг. Работа проводилась под различными типами льдов и охватывала все биологические сезоны — световой и темновой периоды развития ледовых сообществ. Методика наблюдений и основные результаты исследований состава криопелагической фауны представлены в работе Мельникова и Куликова (1980).

Закономерности распределения криопелагической фауны на морской поверхности дрейфующего льда определяются совокупным действием

Число особей амфипод *Gammarus wilkitzkii* и *Pseudalibrotus nanseni* и полихеты *Antinoella sarsia* под 1 м² торосистых образований, многолетнего и однолетнего льда *

Виды	СП-22, зима 1980 г.			СП-23, лето 1977 г.			СП-24, зима 1980 г.		
	мн	одн	тор	мн	одн	тор	мн	одн	тор
<i>G. wilkitzkii</i>	10	—	1	15	—	2	11	—	—
<i>A. sarsia</i>	3	—	—	5	—	1	2	—	—
<i>P. nanseni</i>	18	1	2	14	—	1	21	—	3

* Средние данные по трем горизонтальным ловам протяженностью 40 м на каждой из дрейфующих станций СП-22, СП-23 и СП-24; мн—многолетний лед, одн—однолетний лед, тор—торосистые образования.

следующих факторов: 1) типом льда, 2) формой его подводного рельефа и 3) гидрологической обстановкой в контактной зоне «вода—лед».

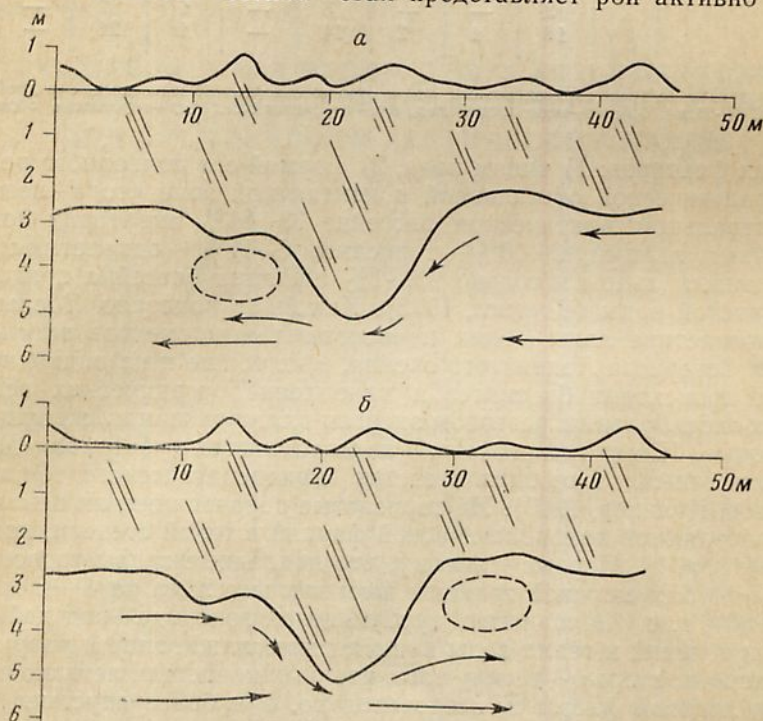
В Центральном Арктическом бассейне 73—81% акватории покрыто многолетними льдами, 9—10% — торосами, 8—17% — однолетним недеформированным льдом и только 0,2—1% площади бассейна приходится на долю чистой воды (Koerner, 1973). Как было показано (Мельников, 1980), многолетние льды — один из основных компонентов экосистемы пелагиали Северного Ледовитого океана, в их толще и на подводной поверхности происходят биосинтез и накопление органических веществ, служащих своеобразным резервом энергии для организмов, живущих полярной ночью. Именно многолетние льды являются субстратом для поселения животных, входящих в состав криопелагического биоценоза (Мельников, Куликов, 1980). Ни торосистые образования, ни однолетние льды не заселяются криопелагической фауной в такой степени, как многолетние (табл. 1). Первые — потому, что подводные гряды торосов расположены глубже морской границы многолетнего льда на 4—15 м (Грищенко, 1980), т. е. находятся в турбулентной зоне, где под действием подледных течений и тепла воды происходит сглаживание и разрушение их поверхности; вторые — в силу того, что они не прошли летнюю стадию сукцессии ледовой флоры и, следовательно, они более «пустые» по содержанию органического вещества, чем многолетние льды, в которых концентрация питательных веществ на порядок выше, чем в однолетних (Мельников, 1980). Таким образом, распределение криопелагической фауны в пределах Центрального Арктического бассейна определяется в основном многолетними льдами, составляющими 3/4 его площади. Микрораспределение криофауны под этими льдами зависит главным образом от формы их рельефа, а также направления и скорости подледного течения.

По данным Грищенко (1980), все многообразие форм макрорельефа морской поверхности многолетнего дрейфующего льда складывается из элементов, формирующихся в результате торошения, а также таяния и нарастания в течение длительного времени. Их размеры составляют от нескольких метров до нескольких десятков метров. Элементы микрорельефа объединяют совокупность мелких неровностей (размером от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров), покрывающих поверхность макрорельефа и возникающих в результате действия термических факторов.

Как видно из рисунка, форма макрорельефа (в данном случае — подводная торосистая часть многолетнего льда) и подледное течение формируют «штилевые» и «турбулентные» зоны у морской поверхности льда, положение которых изменяется в зависимости от направления дрейфа. Массовые скопления животных наблюдались именно в гидрологически спокойных зонах. Такое распределение характерно для тех ви-

дов криопелагического биоценоза, которые образуют стайные скопления подо льдом (главным образом амфиподы). Летом 1977 г. на СП-23 и зимой 1980 г. на СП-22 удалось провести наблюдения над стаей амфиподы *Parathemisto libellula*.

Прежде всего было отмечено, что: 1) вне стай *P. libellula* практически не встречается, 2) стаи явно приурочены к гидродинамически спокойным местам (рисунок, а) и 3) при сильных дрейфовых подледных течениях стаи разрушались и вновь появлялись в «штилевых» зонах (рисунок, б). Форма и размер стай, как и поведение особей в них, резко различались по сезонам. Летняя стая представляет рой активно двигаю-



Влияние макрорельефа на формирование гидродинамически спокойной зоны у морской поверхности дрейфующего льда: стрелками обозначено подледное течение, штрихом — положение стай *Parathemisto libellula* в зависимости от направления дрейфа; а, б — см. в тексте

щихся особей, удаленный на 1—2 м ото льда, причем центральная зона эллипсоидного роя поперечником 0,5—1 м перемещалась относительно его поверхности навстречу подледному течению. Зимой особи *P. libellula* ведут себя спокойнее: хаотичное движение замедленно, они как бы стоят на месте, причем ориентированы головами в одну сторону навстречу течению. Держатся в стае по типу ионов в кристаллической решетке. Расстояние между особями в летних стаях 2—3 см, в зимних — в среднем 10—15 см. Число особей в летнем скоплении 15—30 тыс. экз/м³, в зимних — 500—1000 экз/м³. Зимние стаи пространственно крупнее летних (до 6—8 м диаметром) и их очертания варьируют от круглой до разнообразно вытянутых обтекаемых форм.

Интересно отметить, что все наблюдавшиеся в этих исследованиях колониальные скопления диатомеи *Melosira arctica* (Мельников, 1980) также были приурочены к «штилевым» зонам у морской поверхности льда: со сменой направления дрейфа колонии, как правило, разрушались и рассеивались сильным подледным течением.

Численность особей *Calanus glacialis* в пробе при протяженности горизонтального лова 40 м (СП-23, 1977 г.)

Особи	Даты отбора проб и горизонты лова, м*									
	23.VII		26.VII				27.VII		4.VIII	
	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Копепоиды II—IV	—	—	36	61	80	138	8	4	—	2
Копепоиды V	—	—	48	150	76	500	4	—	—	—
Самки	—	—	—	16	15	96	—	—	—	—

* 26 и 27 июля — сборы в лагуне, 26.VII проведены дважды с 12-часовым интервалом; 23.VII и 4.VIII — сборы под многолетним льдом. Горизонт лова «О» — контактная зона «вода—лед».

Наряду с такими формами макрорельефа, как подводные гряды тососов, на распределение криофауны влияют также трещины, разводья и полыньи, образующиеся в сплошном ледовом покрове в результате процессов сжатия и разряжения дрейфующих ледовых полей. Особенности их влияния была подчеркнута на примере распределения *Calanus glacialis* — типичного доминанта планктона арктической водной массы. Летом он совершает онтогенетические миграции, доходя до верхней границы поверхностных арктических вод (Павштик, 1980). Максимум численности особей этого вида приходится на начало августа; в конце августа начинается обратная миграция.

Наблюдения, о которых будет идти речь, проводились под многолетним льдом, а после образования разводья — трижды с 12-часовым интервалом в его лагуне. Результаты наблюдений представлены в табл. 2. Такое обилие *C. glacialis* в разводье на фоне бедности ловов под многолетним льдом (сборы 23.VI и 4.VIII) может быть объяснено следующим.

Во-первых, это действие света как сигнала для начала подъема животных к поверхности. Когда ледяной покров сплошной, солнечная радиация снижается льдом на 3—5 порядков (Smith, 1973). Ядро популяции *C. glacialis* находится в это время на глубине 25—150 м. В горизонтальных ловах в контактной зоне «вода—лед» и на глубине 5 м встречается не более 2 экз. особей этого вида. После того как ледяной покров развело, образовалось разводье; свет стал глубже проникать в воду. На темном поле для «зрения рачков» появилось светлое пятно — раздражитель, сигнал к подъему, и часть популяции поднялась к поверхности льда. Вероятно, такой подъем *C. glacialis* к поверхности в разводье можно рассматривать как «искусственно» вызванную миграцию, иначе говоря, способность к фотокинезу присуща рачкам постоянно.

Во-вторых, это спокойная гидрологическая обстановка в лагуне разводья: при слабом дрейфе льда течения в лагуне нет, что, вероятно, благоприятно сказывается на сохранении стаи *C. glacialis*. Это подтверждается разрушением стаи после начала сильного дрейфа льда, последовавшего с 26 на 27 июля. При этом количество особей *C. glacialis* резко снизилось как в сборах у льда, так и на глубине 5 м (табл. 2). Вероятно, сильное подледное течение рассеяло животных, и лишь отдельные особи смогли удержаться в пределах лагуны.

В контактной зоне «вода — лед» криофауна поселяется в трещинах, кавернах, среди кристаллов — в образованиях, формирующих микро-рельеф морской поверхности многолетнего льда. Как известно (Беляков, 1974; Ширшов, 1938), минимальная скорость подледного течения находится у поверхности, а максимальная — на глубине 20—30 м. По-видимому, различие в скорости может быть причиной того, что в пограничном со льдом слое создаются более благоприятные гидродинамические условия для обитания криофауны, чем на глубине. И летом, когда

тает нижняя поверхность льда, и зимой, когда идет его нарастание снизу, животные криопелагического биоценоза — его автохтоны *Gammarus wilkitzkii*, *Mysis polaris*, *Jaschnovia johnsoni*¹, *Tisbe furcata*, *Harpacticus superflexus* сохраняют свое местообитание в контактной зоне «вода — лед».

Помимо обитания среди неровностей, формирующих микрорельеф нижней поверхности льда, животные иногда поселяются на вертикальных грядах подводных торосов. Так, во время летних наблюдений на СП-23 в 1977 г. было отмечено необычное появление у льда типичного планктона *Calanus hyperboreus*. На вертикальных стенках ледовых гряд, находящихся в воде, были обнаружены каверны, в которых спокойно лежали особи *C. hyperboreus*. Животные не двигались, но все обнаруженные рачки были живые, ибо при выдворении из каверн начинали активно плавать. Интересно, что форма каверны соответствовала форме тела рачка. Вероятно, каланус после нахождения свободного от других животных и подходящего места «ложится» на лед, и, видимо, тепла, выделяемого им при метаболизме, а также тепла солнечных лучей, поглощаемых телом рачка, достаточно, чтобы растопить вокруг него лед.

Этот феномен характерен и для других представителей арктических ракообразных, например, для амфипод *Gammarus wilkitzkii* и *Pseudalibrotus nansenii*. При погружениях на СП-23 летом 1977 г. и на СП-22 зимой 1980 г. на вертикальных откосах торосов неоднократно наблюдали проталины, в которых находились рачки обоих видов, причем форма проталин точно соответствовала полумесячной форме животных. Возможно, что такое поведение рачков — одна из форм адаптации к условиям динамичного ледового субстрата Центрального Арктического бассейна.

Подмеченные особенности распределения и поведения криофауны касались главным образом только крупных животных, которых можно было визуально легко наблюдать во время водолазных работ. Для получения информации о других компонентах криопелагического биоценоза требуется проведение специальных исследований с применением более совершенной водолазной техники, обеспечивающей безопасное и длительное пребывание акванавта подо льдом.

ЛИТЕРАТУРА

- Андряшиев А. П., 1967. О микрофлоре и фауне, связанной с антарктическим припайным льдом. — Зоол. ж., 44, 10, 1585—1593.
- Беляков Л. Н., 1974. Дрейфовое течение подо льдом в Арктическом бассейне. — Океанология, 14, 2, 256—262.
- Беренбойм Б. И., Попков Г. В., 1980. Некоторые результаты подводных наблюдений за поведением креветки *Pandalus borealis* (Кг.) на Гусиной банке Баренцева моря. — Тр. ПИНРО, 44, 56—63.
- Голиков А. Н., Аверинцев В. Г., 1977. Биоценозы верхних отделов шельфа архипелага Земля Франца-Иосифа и некоторые закономерности их распределения. — В кн.: Исследования фауны морей, 14, 22. Л.: Наука, 5—54.
- Грищенко В. Д., 1980. О морфологии поверхностей льдов Арктического бассейна. — В кн.: Биология Центрального Арктического бассейна. М.: Наука, 33—55.
- Грузов Е. Н., Пропп М. В., Пушкин А. Ф., 1967. Биологические сообщества прибрежных районов моря Дейвиса (по результатам водолазных наблюдений). — Информ. бюлл. САЭ, 65, 124—141.
- Мархасева Е. Л., 1980. Каланиды рода *Jaschnovia* ном. н. (*Derjuginia* Jaschnov, ном. праеосс.) (*Calanoida*, Aetideidae). В кн.: Новое в систематике морских беспозвоночных. Л., 63—76.
- Мельников И. А., 1979. Криобиологические наблюдения в Центральном Арктическом бассейне (метод и некоторые результаты исследований). — Океанология, 19, 1,

¹ После ревизии рода *Derjuginia*, проведенной Мархасевой (1980), вид *Derjuginia tolli* переименован в *Jaschnovia johnsoni*.

- 150—155.—1980. Экосистема арктического дрейфующего льда.— В кн.: Биология Центрального Арктического бассейна. М.: Наука, 61—97.
- Мельников И. А., Куликов А. С., 1980. Криопелагическая фауна Центрального Арктического бассейна.— В кн.: Биология Центрального Арктического бассейна. М.: Наука, 97—111.
- Павитикс Е. А., 1980. О некоторых закономерностях в жизни планктона Центрального Арктического бассейна.— В кн.: Биология Центрального Арктического бассейна. М.: Наука, 142—154.
- Ширшов П. П., 1938. Океанологические наблюдения.— Докл. АН СССР, 19, 8, 569—580.
- Brown R. G. B., Barker S. P., Gaskin D. E., 1979. Raytime surface by *Meganyctiphanes norvegica* (M. Sars) (Crustacea, Euphausiacea) off Brier Island, Bay of Fundy.— Canad. J. Zool., 57, 12, 2285—2291.
- Clutter R. T., 1969. The microdistribution and social behaviour of some pelagic mysid shrimps.— J. Exptl. marine Biol. Ecol., 3, 125—155.
- Hamner W. M., Carleton J. H., 1979. Copepod swarms: attributes and role in coral reef ecosystems.— Limnol. and Oceanogr., 24, 1, 1—14.
- Harbison G. R., Madin L. P., 1979. Diving — a new view on plankton biology.— Oceanus, 22, 2, 18—27.
- Koerner R. M., 1973. The mass balance of the sea ice of the Arctic ocean.— J. Glacial., 12, 65, 123—140.
- Smith R. C., 1973. Optical properties of the Arctic upper waters, Arctic, 26, 4, 63—67.

Институт океанологии АН СССР
(Москва)

Поступила в редакцию
25 ноября 1982 г.

ON PECULIARITIES OF DISTRIBUTION AND BEHAVIOUR OF THE COMMON SPECIES OF CRYOPELAGIC FAUNA UNDER THE DRIFTING ARCTIC ICE

I. A. MELNIKOV

Institute of Oceanology, USSR Academy of Sciences (Moscow)

Summary

On the basis of the data obtained as a result of scuba diving in 1977—1980, the patterns of distribution of cryopelagic fauna under the drifting Arctic ice are discussed. In the Central Arctic basin the distribution of cryofauna is determined mainly by perennial ice. It was shown on the example of an amphipod *Parathemisto libellula* that the form of underwater macrorelief of the ice and subglacial current create jointly the conditions for the formation of shoal accumulations of crustaceans in the contact zone «water-ice». Some examples of behaviour of the common species of cryobiocoenosis at different stages of snow-ice cover succession are considered.