

На правах рукописи

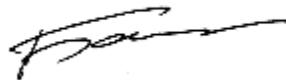
БАШМАНОВ Александр Геннадьевич

**ПЕЛАГИЧЕСКИЕ ОСТРАКОДЫ (OSTRACODA: MYODOCORA)
СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА (СОСТАВ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ)**

03.00.18 – гидробиология
(Биологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Владивосток

2008

Работа выполнена в Лаборатории планктонологии Института биологии моря имени
А.В. Жирмунского ДВО РАН

Научный руководитель	доктор биологических наук, профессор, Чавтур Владимир Григорьевич
Официальные оппоненты:	доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Звягинцев Александр Юрьевич
	доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Чучукало Валерий Иванович
Ведущая организация	Зоологический институт РАН

Защита состоится «16» октября 2008 г. в 12 часов на заседании диссертационного
совета Д 005.008.02 при Институте биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО
РАН по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, факс (4232) 310900.
Электронный адрес: inmarbio@mail.primorye.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии моря
имени А.В. Жирмунского ДВО РАН

Автореферат разослан «15» сентября 2008 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат биологических наук



Костина Е.Е.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. В последние годы учёными многих стран уделяется повышенное внимание глобальным климатическим изменениям на нашей планете, которые особенно проявляются в районах Арктики. Эти изменения не могут не отразиться и на состоянии биоты Северного Ледовитого океана, где процессы, связанные с потеплением, могут привести к нарушению стабильности и сбалансированности его экологически хрупкой экосистемы.

Разработка и в перспективе эксплуатация нефтегазовых месторождений на шельфе северных морей России также могут повлечь за собой ухудшение экологических условий среды обитания, что обусловит снижение разнообразия и обилия обитателей, упрощение структуры сообществ и в конечном счете – деградацию экосистемы в результате загрязнения вод. Поэтому уже сегодня проблема биологического мониторинга вод арктического бассейна является важной, а работы в этом направлении - необходимыми и своевременными. И в этом аспекте глубокие знания таксономии, экологии, биологии, распределения и динамики представителей отдельных систематических групп, слагающих в целом фауну и флору Северного Ледовитого океана, приобретают особое значение, поскольку они (знания) могут служить биоиндикационным «инструментом» для диагностики состояния его вод и населения. Исходя из этого, объектом внимания настоящей работы стали пелагические ракушковые ракообразные (Ostracoda), входящие в состав подкласса Myodocopa (классификация по: Horne, Cohen et al., 2002), населяющие воды Арктического бассейна.

Важным моментом настоящей работы является то обстоятельство, что она основана на материалах, собранных экспедициями ещё в 20-70-х гг. прошлого столетия, когда процесс потепления в высоких широтах ещё не был столь выражен. А это означает, что результаты их изучения можно принять за исходные при сопоставлении с последующими данными.

Цель и задачи исследования. Цель работы: дать целостное представление о закономерностях пространственного распределения пелагических остракод в условиях Арктического бассейна.

Задачи:

- 1) Изучить характер географического распространения и вертикального распределения отдельных видов и в целом фауны пелагических остракод в биотопически неоднородных условиях Арктики и сопредельных районов.
- 2) Изучить сезонную динамику галоципридид в центральной Арктике.
- 3) Выявить связь распределения остракод с динамикой и структурой водных масс Арктического бассейна.

Научная новизна. Впервые обобщены все литературные и оригинальные данные по пелагическим остракодам и дан анализ их географического распространения и вертикального распределения в Северном Ледовитом океане и его морях. Выявлены особенности их сезонной динамики. Выполнены подробные описания и дифференциальные диагнозы морфологически трудноразличимых видов рода *Boroecia*. Установлено, что наилучшими из пелагических остракод биоиндикаторами арктических вод в Северной Атлантике является *Boroecia maxima*, а атлантических (субарктических) в Арктике – *Obtusoecia obtusata*.

Практическое значение. Работа выполнена на материалах, собранных в основном в 20-70 гг. прошлого столетия, когда потепление в Арктическом бассейне ещё не имело заметных результатов. Поэтому данные пространственных пределов встречаемости и количественные показатели обилия пелагических остракод, полученные нами для этого периода и этого района, могут быть отправными при сопоставлении с данными сегодняшнего дня, для выявления изменений, связанных с глобальными климатическими перестройками. В этом отношении полярные районы и в первую очередь Арктическую зону следует рассматривать как «пульс» климата нашей планеты.

В связи с этим широтно-меридиональная глубина проникновения и увеличение вертикального диапазона обитания пелагических остракод североатлантического генезиса могут служить «экологическим инструментом» для тестирования термальных изменений в Арктическом бассейне.

Личное участие в получении научных результатов. Личное участие заключалось в камеральной обработке проб, идентификации остракод (части материала), составлении базы данных качественного и количественного распределения остракод в районе исследований, изготовлении многочисленных

иллюстраций, представленных в работе, и анализе вертикального и горизонтального распределения всех видов на основе результатов вышеуказанной обработки и литературных данных.

Апробация работы. Отдельные результаты работы были представлены на Школе конференции по проблемам химии и биологии (МЭС ТИБОХ ДВО РАН, 2007 г.) а также на годичных научных конференциях Института биологии моря (Владивосток, ИБМ ДВО РАН, 2005-2008 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 4 печатные работы.

Структура и объём работы. Диссертация изложена на 188 страницах, состоит из введения, 5 глав, выводов и списка литературы, включает 14 таблиц и 52 рисунка. Список литературы содержит 183 наименований источников, из которых 141 на иностранном языке.

Глава 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Подробно рассмотрена история исследования фауны пелагических остракод п/кл *Muodocora* в центральной Арктике и её морях, охватывающая последнее столетие. На основе литературных сведений дан анализ состояния изученности этой фауны.

Глава 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

В главе приводится информация о пространственном положении и орографии основных регионов в пределах Северного Ледовитого океана. Даны сведения о структуре и динамике вод этого бассейна. Текстовая часть снабжена поясняющими иллюстрациями.

Глава 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа построена на результатах обобщения и анализа первичных данных (качественных и количественных) обработки обширных планктических материалов (2991 проба с 1235 станций), полученных многочисленными экспедициями в Северном Ледовитом океане, северных морях России, в Норвежском и Гренландском морях, в Датском и Девиса прол., а также в прилегающих водах северной Атлантики в период с 1929 по 1993 гг. (табл. 1, рис. 1).

Дополнительно к ранее обработанным пробам изучены (видовой состав и количественное содержание остракод) материалы НИС «Ак. Берг» из Норвежского

Экспедиции и районы сбора материалов

Судно, дата.	Районы исследований										
	центральная Арктика	Гренландское море	Норвежское море	Баренцево море	Белое море	Карское море	море Лаптевых	Восточно-Сибирское море	Чукотское море	Северная Атлантика	Лабрадорское море и Девисов пролив
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Л/к «Красин», 1929 г.						X					
Л/п «Русанов», 1931 г.						X					
Л/п «Сибиряков», 1932 г.				X		X					
Л/к «Красин», 1932 г.				X		X					
Л/к «Литке», 1932 г.								X	X		
Л/к «Седов», 1934 г.						X					
Л/к «Садко», 1935 г.	X	X	X								
Л/к «Садко», 1937 г.							X	X			
Л/к «Седов», 1937 г.							X	X			
Э/с «Персей», 1951 г. р.32				X							
Э/с «Персей», 1951 г. р.51			X								
Авиасбор А-63, 1951 г.				X							
Э/с «Темп», 1952 г.								X	X		
Э/с «Персей», 1954 г. Р.68				X							
Э/с «Полярник», 1954 г. р.4			X	X							
Э/с «Полярник», 1954 г. р.5		X	X	X							
Л/к «Литке», 1955 г.	X	X									
Э/с «Ак. Берг», 1955 г.		X	X								
Д/э Обь, 1956 г.	X	X									
Д/э Лена, 1957 г.		X									
Д/э Лена, 1958 г.		X									
СРТ – 4177, 1958 г.											
Э/с «Ломоносов», 1958 г. р.2										X	
Э/с «Ломоносов», 1959 г. р.5										X	
Э/с «Ломоносов», 1959 г. р.6										X	
Э/с «Проф. Месяцев», 1959 г.											
Э/с «Ломоносов», 1960 г. р.3										X	
Э/с «Ломоносов», 1960 г. р.7										X	
Э/с «Ак. Берг», 1960		X	X								
СРТМ «Топседа», 1961 г. р.32										X	X
СРТМ «Топседа», 1963 г. р.42										X	X
СРТМ «Топседа», 1964 г. р.46										X	X
ВМРТ «Севастополь», 1964 г. р.21										X	X
Сб. Тупицкий В.А., 1972 г.			X								
Сб. Тупицкий В.А., 1973 г.			X								
НИС «Ак. Книпович», 1975 г.		X	X								
НИС «Аякс», 1976 г.			X								
НИС «Ахилл», 1975 г.			X								
НИС «Ф. Нансен», 1976 г.			X								
НИС «Ахилл», 1977 г.			X								

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
НИС «Келдыш», 1982 г.										X	
R/V «Polarstern», 1993, Ст.27 ¹							X				
Дрейфующая станция «Северный Полос»-2, 1950-1951 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-3, 1954–1955 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-4, 1955–1957 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-5, 1955–1956 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-6, 1958 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-7, 1957–1958 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-16, 1968–1969 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-19, 1972–1973 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-20, 1970-1971 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-22, 1974 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-22, 1975–1976 г.	X										
Дрейфующая станция «СП»-23, 1977–1978 г.	X										

и Гренландского морей (1955 г. 112 проб с 44 станций), глубоководные сборы дрейфующих станций «Северный полюс» («СП»-5, «СП»-6, и «СП»-7: 51 проба с 30 станций) и R/V «Polarstern» (1993 г.: 6 проб с 6 станций) из центральной Арктики. Кроме того, с целью устранения неточностей в прежних определениях видов повторно обработано 32 глубоководных пробы с 28 станций из Полярного бассейна («СП»-5, 1955-1956 гг.).

В ходе обобщения и анализа учтены все известные литературные сведения, касающиеся пелагических остракод рассматриваемого района.

Материал был получен различными орудиями лова, но преимущественно сетями Нансена (диаметр входного отверстия 50 и 100 см) и большой моделью Джеди (диаметр входного отверстия 37 см). Ловы проводились послойно или тотально. В Арктическом бассейне вертикальный сбор планктона выполнен в основном с учётом залегания водных масс по горизонтам: 0-10, 10-25 (или 0-25), 25-50 (или 0-50), 50-100, 100-200 (или 100-250), 200-700 (или до 900, 970, 1000), 700(900, 970, 1000)-2000 (3000 или до дна) м.

Вертикальное распределение и сезонная динамика остракод изучена на основе обобщения данных серии планктических съёмки дрейфующих станций «Северный полюс» в разные годы (с 1951 по 1978 гг.).

Выборка из проб и препаровка остракод проводилась под стереоскопическим микроскопом МБС-10. Изучение формы и строения их

¹ Германско-Российская экспедиция.

раковины и мягкого тела выполняли с использованием светового микроскопа «Olympus»-BX41.

В качестве основных литературных источников для идентификации галоципридид были труды Г.В. Мюллера (Müller, 1906), Г.О. Сарса (Sars, 1922) и Э.М. Поулсена (Poulsen, 1973).

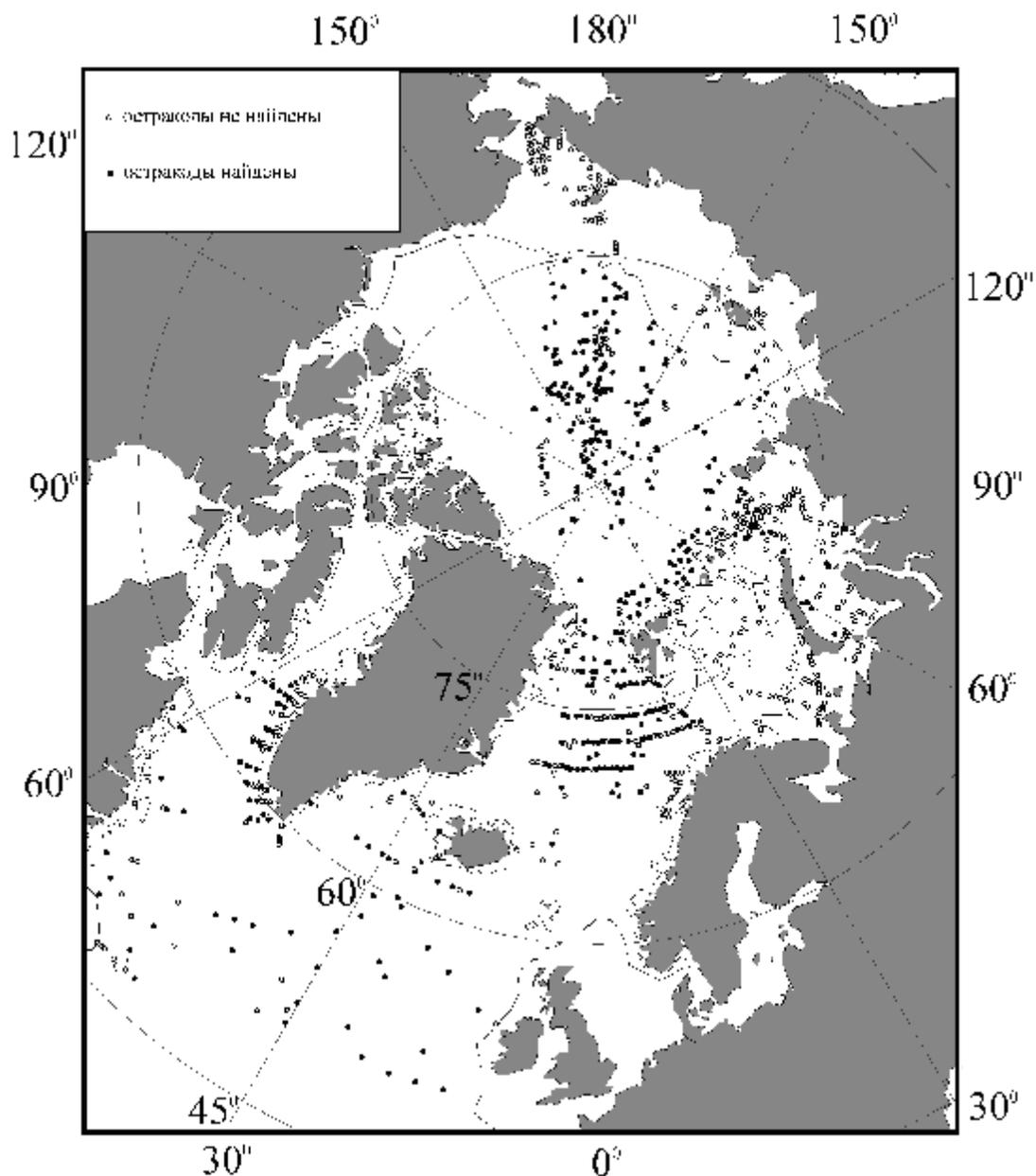


Рис. 1. Карта-схема станций сбора материала в Северном Ледовитом океане и прилегающих водах Атлантики (сбор российских экспедиций, по: Чавтур, Башманов, 2005).

При написании главы 2 «Физико-географическая характеристика района исследований» в большей мере использовалась информация книг «Арктические

дрейфующие станции» (Трешников и др., 1976), «География мирового океана. Северный Ледовитый и Южный океаны» (Клепиков и др. 1985) и «Атлас океанов: Северный Ледовитый океан» (1980).

Для количественного учёта остракод применяли камеру Богорова-Расса. Биомассу видов рассчитывали по номограммам Л.Л. Численко (1964). При расчётах плотности популяций и биомассы остракод на единицу объёма воды коэффициенты уловистости планктических сетей не вводились.

В настоящей работе принята терминология водных масс по В.В. Клепикову и др. (1985), с исключением глубин 50(70)-200(250) м в центральной Арктике, для которых сохранено прежнее (Трешников, 1976) название: промежуточная водная масса, поскольку в работе В.В. Клепикова этот слой практически не учтён.

Вычисления и построение графиков осуществлялись в программе Microsoft Excel пакета MS Office. Создание карт осуществлялось в программах PanMap версии 0.9.6. компании Pangaea и Ocean Data View версии 3.2.3 (Schlitzer, R., Ocean Data View, <http://odv.avi.de>, 2007).

Статистическая обработка данных не проводилась, поскольку количество проб и станций в отдельных экспедициях недостаточно для репрезентативной выборки, а если обрабатывать данные разных лет суммарно, то получаются неудовлетворительные результаты.

Глава 4. СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Фауна пелагических остракод Северного Ледовитого океана насчитывает в настоящее время 12 видов, из которых девять входят в состав голопланктона, а три – меропланктона (табл. 2). Все они принадлежат 10 родам, пяти подсемействам, трём семействам и двум подотрядам.

Приведены определительные таблицы для видовых и надвидовых таксонов пелагической фауны остракод. Для каждого вида дана синонимия, сведения об объёме изученного материала, о распространении, вертикальном распределении и экологии. Эта часть снабжена картами встречаемости отдельных видов, основанными на литературных и оригинальных данных. Кроме того, глава содержит детальное описание (с 20 таблицами рисунков) и сравнительные таблицы для морфологически очень близких, но слабоизученных ранее *Boroecia borealis* (Sars, 1865) и *B. maxima* (Brady, Norman, 1896), что нередко приводило к путанице

при их идентификации. Это дополнительное сравнительно-морфологическое изучение видов было важно, поскольку из них первый является индикатором бореальных, а другой – арктических вод, что приобретает значимость в условиях климатических изменений в Арктике.

Таблица 2

Состав, экологическая и биогеографическая характеристика фауны пелагических остракод Северного Ледовитого океана.

Таксоны	Характеристика	
	Биогеографическая	Батиметрическая
ГОЛОПЛАНКТОН:		
<i>Bathyonchoecia arctica</i> Angel, 1976	?А	Г
<i>Archiconchoecinna arctica</i> Chavtur, 2003	?А	Г
<i>Boroecia maxima</i> (Brady, Norman, 1896)	А	И
<i>B. borealis</i> (Sars, 1865)	АтБ-А	И
<i>Discoconchoecia elegans</i> (Sars, 1865)	?К	И
<i>Obtusoecia obtusata</i> (Sars, 1865)	АтБ	И
<i>Paraconchoecia vityazi</i> (Rudjakov, 1962)	Б-А	Г
<i>Paramollicia dichotoma</i> (Müller, 1906)	?К	Г
<i>Metaconchoecia</i> aff. <i>skogsbergi</i> (Ples, 1953)	?АтБ	?И
? <i>M. skogsbergi</i>	АБ-Ан	И
МЕРОПЛАНКТОН:		
<i>Philomedes brenda</i> (Baird, 1850)	А-АтБ	С-Б
<i>P. lilljeborgi</i>	АтБ	С-Б
<i>Vargula norvegica norvegica</i> (Baird, 1860)	АтБ	С-Б

Примечание: биогеографическая принадлежность – А-арктический, Б-бореальный, АтБ-атлантический бореальный, Ан-антарктический, Г-глубоководный, И-интерзональный, С-Б-сублиторально-батиальный.

Глава 5. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ, ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПЕЛАГИЧЕСКИХ ОСТРАКОД

5.1. Распределение отдельных видов

Рассмотрим распределение видов в отдельности. *Boroecia maxima* (рис.2) - обычный компонент в планктоне Северного Ледовитого океана, где его относительное содержание нередко составляет 70-90% (от всех галоципридид). Севернее 84°-85° с.ш. среди пелагических остракод данный вид – единственный обитатель пелагиали от поверхности до глубин 750-1000 м (Чавтур, 1978, 1992). Ниже этой границы наряду с *B. maxima* в приполярных водах встречается лишь глубоководный вид *Proceroecia vityazi* (наши неопубликованные данные). В северную Пацифику *B. maxima* не проникает из-за мелководности Берингова пролива и прилежащих к нему Чукотского и северной части Берингова морей, поскольку относится к группе океанических видов, обитающих только за

пределами 200-метровой изобаты, и данные районы являются для него экологическим барьером на пути распространения.

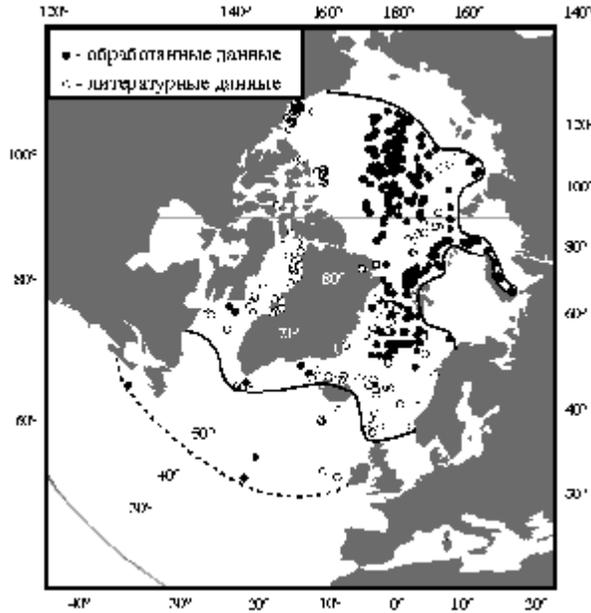


Рис. 2. Карта расположения станций, содержащих пелагических остракод *Voroecia maxima* (по оригинальным и литературным данным)

V. maxima известен из районов с температурой воды от -1.7 до 5.9°C от поверхности до глубины 2000(3900) м, исключая шельфовые участки северных морей России. Лишь в районах Новоземельской котловины в Карском море, материкового свала Восточно-Сибирского моря и в зоне шельфового прогиба Баренцева моря *V. maxima* входит в состав планктических сообществ, тогда как на другой акватории северных морей он отсутствует (Чавтур, 1978, 1992).

В Гренландском море данный вид найден на всей его площади в диапазоне глубин 0-800 м.

В южной части Норвежского моря *V. maxima* обитает лишь в зоне холодных вод на глубине от 200(400) до 1000(1500) м. В северной половине Норвежского моря этот вид встречается от поверхности до глубины 1000(2600) м.

Море Баффина и прол. Девиса также входят в состав ареала *V. maxima*, найденного здесь в тотальных ловах с глубин 1500-1860 м до поверхности.

Таким образом, ареал *V. maxima* ограничен распространением арктических вод (исключая мелководные шельфовые районы) и является их биологическим маркером. Обнаружение этого вида за пределами ареала следует рассматривать как зону выселения.

Изучение сезонных сборов планктона, выполненных с 1950 по 1978 гг. (рис.1) на дрейфующих станциях "Северный полюс", позволило выявить закономерности вертикального распределения и определить характер динамики *Voroecia maxima* в центральной части Арктического бассейна. (табл. 3, 4) Установлено, что максимальные скопления этого вида образуются в высоких широтах в течение всего года на глубинах 25-50 и 50-100 м, реже - в слое 100-200(250) м. Во время

холодной части года (октябрь-февраль) *B. maxima* концентрируется в основном в поверхностной арктической водной массе в слое 0-50(70) м, а в другие месяцы – в промежуточной водной массе (на глубине от 50-70 до 200-250 м). В обеих водных массах температура воды была очень низкой и изменялась от -0.8°C до -1.9°C . В теплой глубинной атлантической водной массе (ниже 200-250 м и до глубин 750-1000 м), характеризующейся положительной температурой воды ($2.5-3.5^{\circ}\text{C}$ у островов Шпицбергена и $0.4-0.5^{\circ}\text{C}$ в Американо-Северном субрегионе), количественные величины плотности и биомассы *B. maxima* в течение всего года были уже на порядок ниже. Еще меньшие величины зарегистрированы на глубинах свыше 750-1000 м – в донной водной массе с температурой от -0.8 до -0.4°C . В июне-августе и особенно в июле (начало биологического лета в полярных широтах) заметно снижалась концентрация этого вида в планктоне поверхностной арктической водной массы.

Следует отметить, что в условиях полярного дня планктеры не совершают суточных вертикальных миграций или совершают перемещения небольшой амплитуды. В этот период в слое 0-50 м отмечены наибольшие скопления зоопланктона, включая хищников: оболочников, бокоплавов, щетинкочелюстных, крылоногих моллюсков, медуз и др. Уменьшение численности *B. maxima* у поверхности, возможно, объясняется его выеданием хищным планктоном и рыбами. Во время полярной ночи большая часть хищного зоопланктона "зимует" в теплом глубинном атлантическом слое и в верхнем слое подстилающих глубинных вод между 200(250) и 1000(1500) м (где температура воды круглый год положительная), тогда как основная масса *B. maxima* не покидает верхних слоев и в данный период. Это, по-видимому, дает возможность *B. maxima* выйти из пространственно-временной области массового выедания и восстановить свою численность. Можно предположить, что круглогодичное размножение *B. maxima* и избегание им в период полярной ночи теплого глубинного атлантического слоя, где в массовом количестве зимует хищный планктон, - это адаптивные реакции вида на сохранение численности. В пределах всех глубин в течение года в центральной Арктике в планктоне присутствуют все возрастные группы *B. maxima*. Наличие в планктоне в разные биологические сезоны самок с яйцами в выводковых сумках и личинок разных стадий развития позволяет говорить о круглогодичном

размножении этой остракоды. Результаты анализа распределения по вертикали относительных значений плотности взрослых и неполовозрелых особей *B. maxima* свидетельствуют о постоянстве соотношения этих групп в пространстве и во времени. (рис. 3) Так, в течение всего года в каждой из названных выше водных масс численно преобладали (70-80% от общего числа особей вида) неполовозрелые особи, тогда как доля взрослых остракод была постоянно относительно низкой. Можно было бы предположить, что половозрелые самки и самцы, встречающиеся на больших глубинах (в донной водной массе) в летний период, представляют собой "зимующий" резервный фонд вида, не

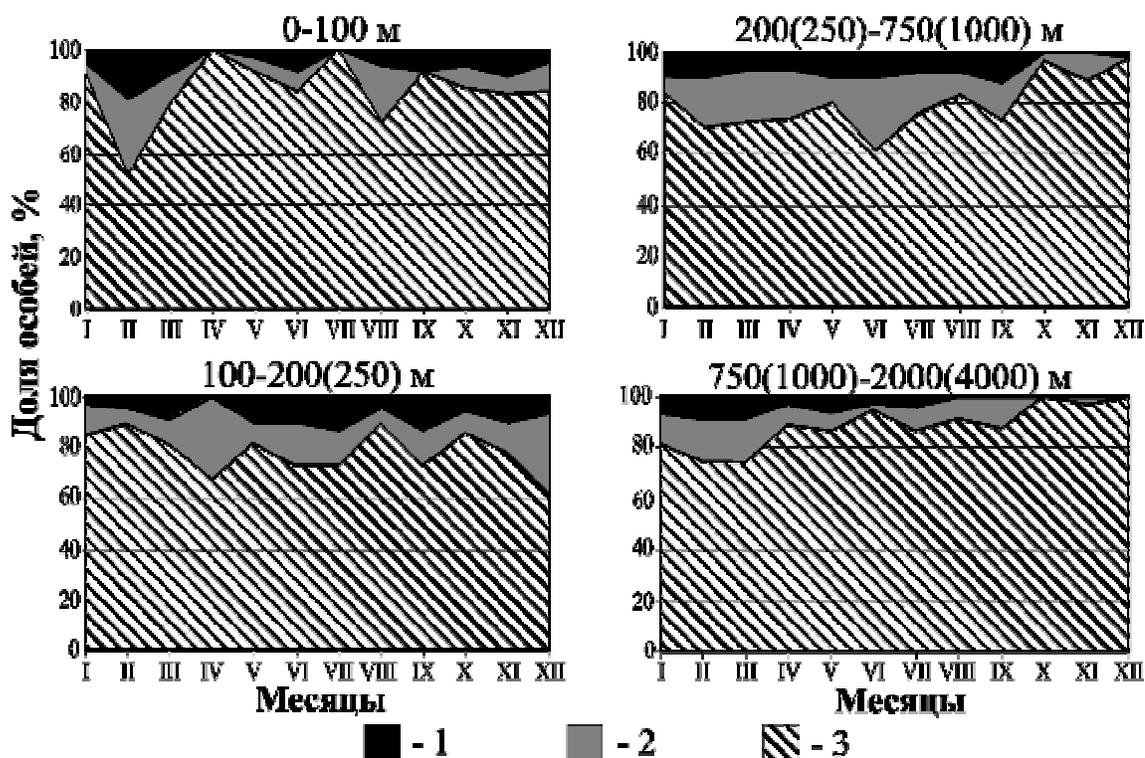


Рис. 3. Изменение доли самок (1), самцов (2) и неполовозрелых особей *Boroecia maxima* (3) в центральной части Арктики.

принимаящий участия в нересте каждый год, подобно виду копепод *Calanus hyperboreus*. Однако обнаружение в этой глубинной зоне в разные сезоны года неполовозрелых особей *B. maxima*, а в некоторых случаях преимущественно самых младших возрастных стадий вида (I—III), свидетельствует о его круглогодичном нересте и на этих глубинах.

Таким образом, возможность пополнения популяции *B. maxima* генерациями в течение года не только в поверхностной, но и в глубоководной зонах, а также избегание в период полярной ночи теплого атлантического слоя, где в основном

зимует хищный планктон, по-видимому, следует рассматривать как адаптивные реакции вида на сохранение своей численности.

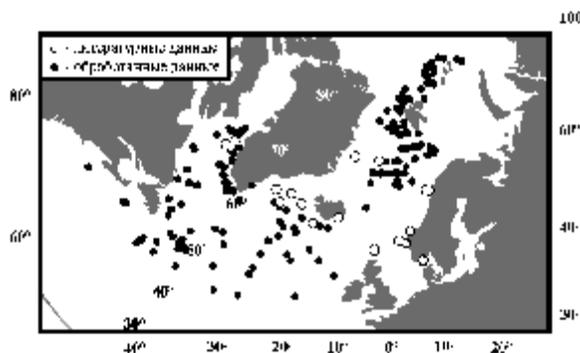


Рис. 4. Карта расположения станций содержащих пелагических остракод *Obtusoecia obtusata*

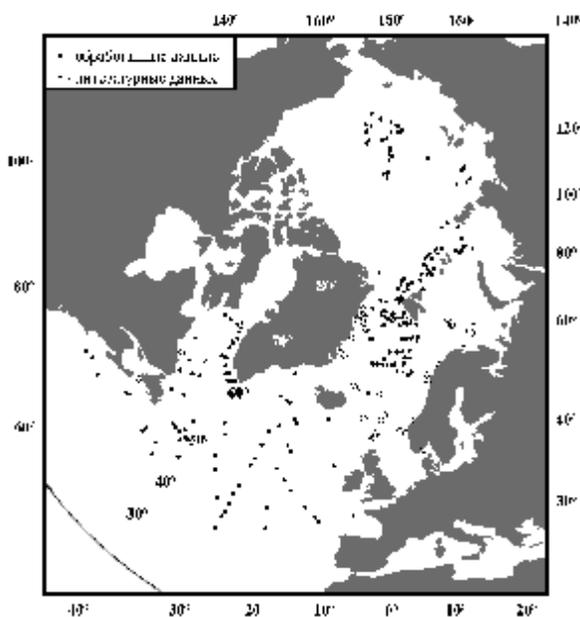


Рис. 5. Карта расположения станций содержащих пелагических остракод *Discoconchoecia elegans*

Другие виды северо-атлантического генезиса и прежде всего *Obtusoecia obtusata*, наилучший индикатор субарктических вод в Арктике, (рис. 4) в основном адаптированы к условиям тёплого глубоководного слоя. Так вышеуказанный вид не проникает на восток далее Новоземельской впадины, другие (рис. 5-7) оккупируют Арктику, но лишь в тёплом глубинном атлантическом слое.

Глубины Арктики ниже 1000 м в основном освоил и *Proceroecia vityazi* (рис. 8), и *Paramollicia dichotoma* (рис. 9).

5.2. Фауна остракод Арктического бассейна

Суммируя все данные, следует сказать, что пелагические остракоды обитают на всей акватории Северного Ледовитого океана и, по-видимому, во всём диапазоне его глубин. Океаническая зона (за границей 150-200

м изобаты) населена преимущественно голопланктическими, а неритическая – исключительно меропланктическими видами. Характер качественного и количественного распределения остракод неоднороден в различных его районах, что предполагает отдельное рассмотрение последних.

Центральная Арктика

Ранее Чавтуром (1992) уже было отмечено, что к северу, востоку и западу от земли Франца Иосифа качественные и количественные показатели фауны

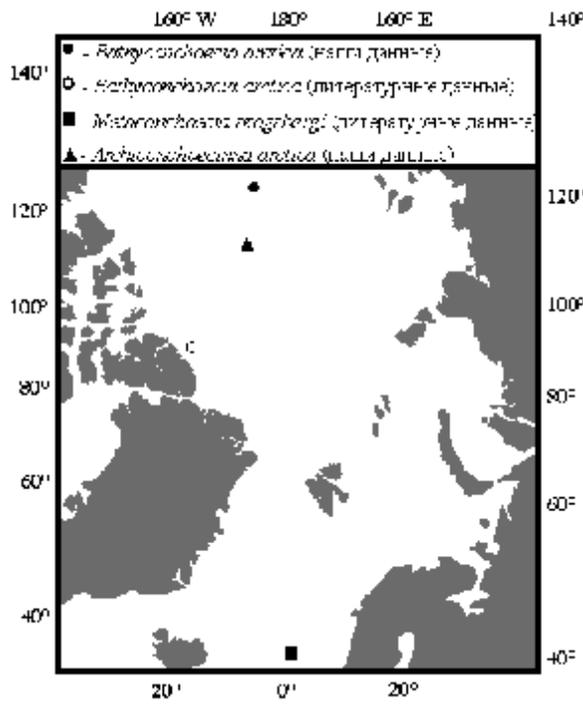


Рис. 6. Карта расположения станций содержащих остракод *Bathymonchoecia arctica*, *Archiconchoecinna arctica* и *Metamonchoecia skogsbergi*.

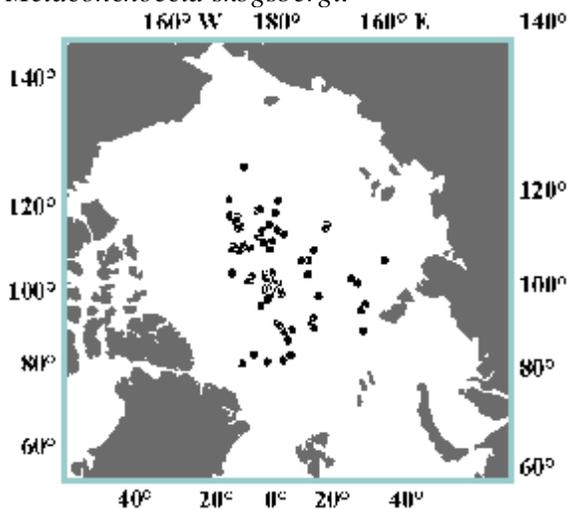


Рис. 8. Карта расположения станций содержащих пелагических остракод *Proceronchoecia vityazi* (оригинальные данные). пелагических остракод уменьшаются.

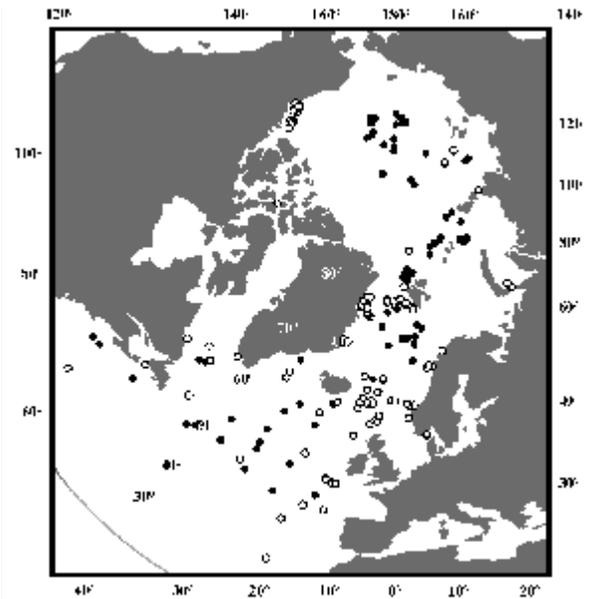


Рис. 7. Карта расположения станций, содержащих пелагических остракод *Boreocacia borealis*.

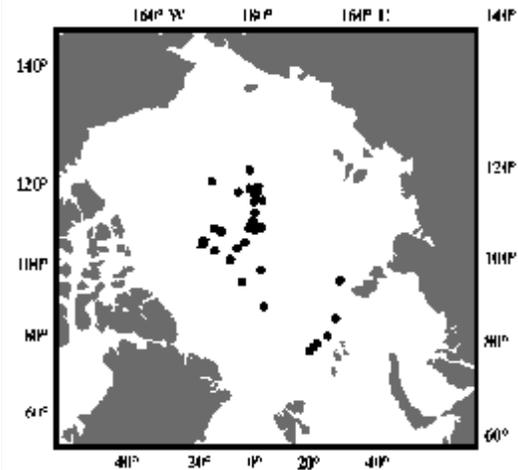


Рис. 9. Карта расположения станций содержащих пелагических остракод *Paramollicia dichotoma* (оригинальные данные).

Детальный анализ имеющихся и дополнительных данных позволил уточнить вышесказанное. Видовое богатство галоципридид у Шпицбергена и по числу видов, и по их набору не уступает богатству вод у Земли Франца Иосифа. Оба эти района находятся в зоне действия тёплых Западно-Шпицбергенского и Нордкапского течений. Толщина атлантических вод здесь достигает 100 м.

В поверхностных водах и глубже у этих островов, кроме обычного арктического *Boroecia maxima*, обитают бореальные виды *B. borealis*, *Obtusoecia obtusata*, *Discoconchoecia elegans* и *Paramollicia dichotoma*. С продвижением к северу и востоку атлантический слой заглубляется, увлекая вышеуказанный комплекс видов, и простирается уже на глубинах 250-750(900) м, а выше расположены холодные воды поверхностной и промежуточной водных масс, где обитает лишь арктический вид *B. maxima*. Обнаружение глубоководного вида *P. dichotoma* у поверхности в районе 82-83° с.ш. и 171-181° в.д. свидетельствует о наличии здесь апвеллинга – поднятия глубинных вод, о чём указывал ранее Чавтур (1992).

Основным представителем донной водной массы в центральной Арктике (глубже 750-900 м) является *Proceroecia vityazi* (рис. 8), обитающий здесь, по-видимому, до предельных глубин. В этой водной массе нередко обнаружение также *B. maxima* и *P. dichotoma* (рис. 2, 9).

В меридиональном отношении относительная плотность видов также подвержена закономерным изменениям (рис. 10). Так, доля арктических остракод по сравнению с бореальными и широко распространёнными видами минимальная у Земли Франца Иосифа, отеплённой и Западно-Шпицбергенским, и Нордкапским течениями, а в западном и восточном направлениях проявляется обратная тенденция, и тем более выраженная, чем больше удаление от этих островов. Такая же картина наблюдается и с изменением биомассы остракод.

Что касается абсолютных показателей их плотности и биомассы, то они также имеют меридиональную изменчивость. И плотность, и биомасса (суммарная) наибольшая у Шпицбергена. Это район, где Арктика и Атлантика «оспаривают друг друга». Поэтому здесь достаточно и холодноводных остракод, и видов, предпочитающих условия несколько теплее. Далее к востоку эти показатели уменьшаются.

В центральной Арктике с увеличением глубины число видов пелагических остракод возрастает, достигая максимума в слое атлантических глубинных вод (от 250-300 до 750-1000 м) и в верхнем горизонте донной водной массы (до глубины 2000 м) (рис. 11). Ниже число видов уменьшается, и на предельных глубинах обитает всего 2 вида. Сходная картина, но при большем количестве

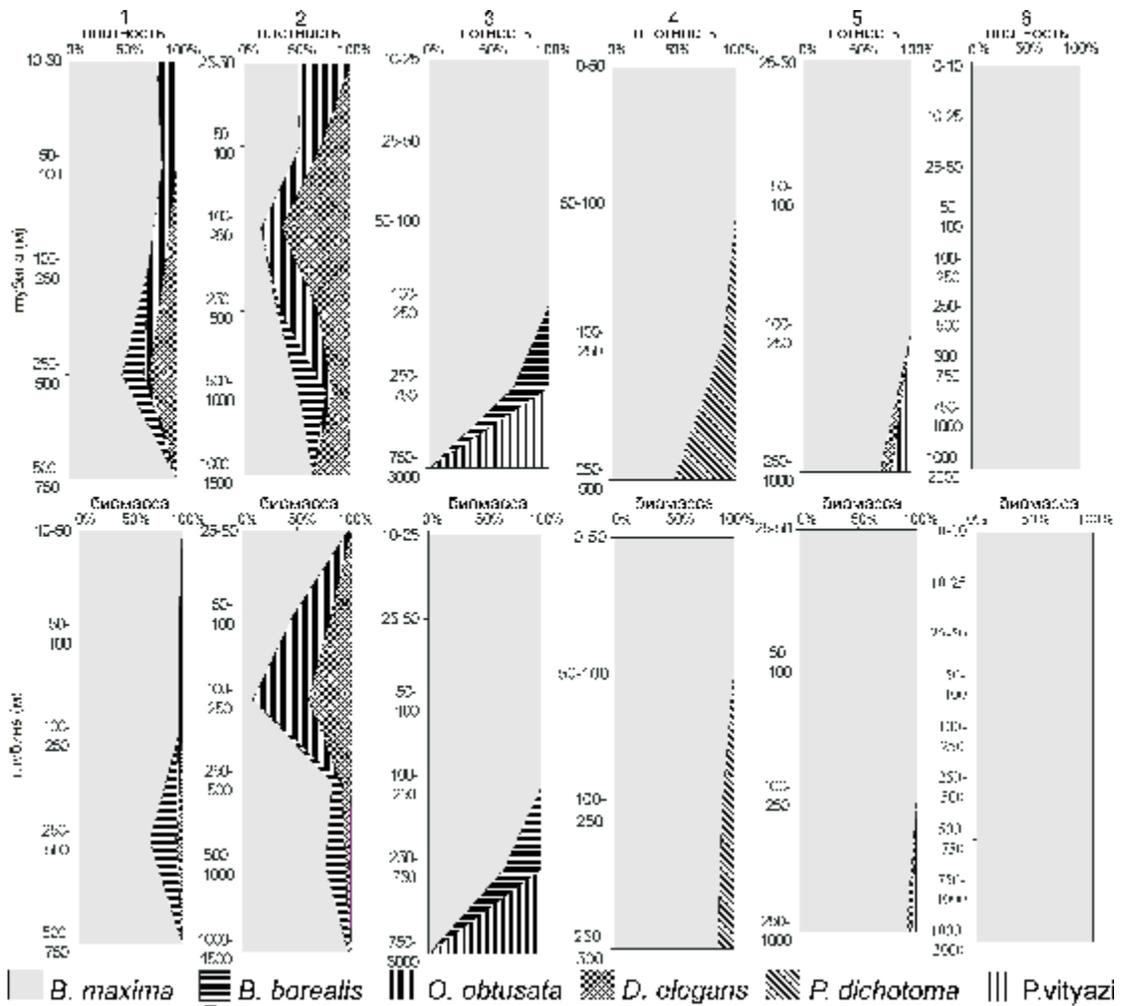


Рис. 10. Меридиональные изменения относительной плотности популяции и биомассы (%) отдельных видов пелагических остракод в центральной Арктике.
Примечание: 1- район о-вов Шпицбергена, 2 – район о-вов Франца Иосифа, 3 - район от 100 до 150° в.д., 4 – район от 170 до 180° в.д. 5 – район от 180 до 170° з.д., 6 – район от 170 до 160° з.д.

видов, наблюдается и в холодных водах Южного полушария – в Антарктике. Такая картина изменения видового богатства с глубиной сохраняется и в умеренно-холодноводных районах.

Определённая закономерность усматривается и в изменении с глубиной средних размеров раковины остракод. Ранее Чавтуром (1992) уже было отмечено, что в среднем её длина в целом у видов сем. *Nalocypriidae* на всех широтах Мирового океана (кроме Арктики) с увеличением глубины становится больше. Самые крупные остракоды обитают на глубинах в зоне «царства хищников», вертикальное положение которой зависит от трофности вод: чем она больше, тем глубже залегает эта зона.

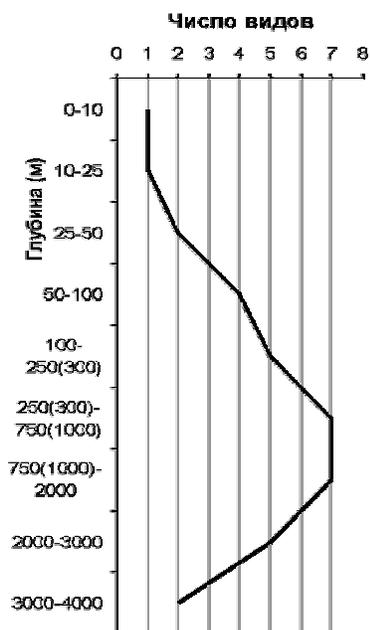


Рис. 11. Изменение с глубиной числа видов пелагических остракод сем. Halocyprididae в центральной Арктике (суммарно по материалам дрейфующих станций «Северный полюс»)

В Арктике – иная картина: с глубиной средние размеры остракод не увеличиваются, а напротив – снижаются, что особенно заметно ниже тёплой глубоководной атлантической водной массы. По-видимому, причинами этого являются крайне выраженный пищевой дефицит и не только на глубинах, но и в поверхностных слоях.

Отсутствие в составе глубоководной арктической фауны крупных видов остракод объясняется, возможно, тем, что в условиях крайней ограниченности пищевых ресурсов на больших глубинах в этом

бассейне энергетически невыгодно им иметь большие размеры. К тому же следует иметь в виду, что в центральной Арктике отсутствуют типичные хищники из остракод, а только фильтраторы фитофаги и эврифаги.

Суммировав данные количественного распределения остракод в центральной Арктике (по материалам дрейфующих станций «Северный полюс», табл. 1), можно констатировать, что Северный полярный бассейн – самый бедный в Мировом океане по их содержанию. С ним может сравниться лишь тропическо-экваториальная зона, где наблюдаются всё же несколько большие их показатели обилия.

Здесь (в Арктике) также присутствует широтная закономерность в вертикальном распределении обилия остракод. Если в умеренных широтах наибольшая масса галоципридид приходится на нижние горизонты батипелагиали, в субтропических и тропических – на верхнюю её часть, в Антарктике – на мезопелагиаль, то в Арктике – уже на эпипелагиаль (Чавтур, 1992). Если суммировать все данные о вертикальном распределении остракод по материалам всех дрейфующих станций «СП» с 50-х по 70-е гг. прошлого столетия в разные

сезоны года, то картина изменения количественных показателей с глубиной остаётся той же: максимальная их плотность и биомасса наблюдается в верхних слоях и особенно в горизонтах 25-50 и 50-100 м (биомасса и в 100-200(300) м) т. е. в эпипелагиали, в водах арктической структуры (рис. 12). В глубинной атлантической водной массе величины этих показателей резко снижаются и ниже – в донной водной массе они ничтожно малы.

Попытка проследить характер динамики всех пелагических остракод и прежде всего в холодных арктических поверхностных и промежуточных водах (до 250-300 м), где возможны сезонные перестройки в структуре таксоценоза, к желаемому результату (выявить количественную закономерность) не привело. Прежде всего, потому, что обобщение и анализ были основаны на разнородных сборах по годам, меридиональных и широтных положениях дрейфующих станций, что трудно для сопоставления.

Тем не менее, построив рисунок (рис. 13), основанный на суммарных результатах по серии «СП», мы получили картину динамики количественных показателей остракод, где максимум последних приходится на июнь и сентябрь. Это в общем похоже на действительность. Именно в июне Бродским и Павштикс (1976) зафиксирован максимум общей плотности всего зоопланктона по материалам тех же дрейфующих станций «СП» у Северного Полюса. Снижение численности остракод в июле-августе может быть, по-видимому, объяснено выеданием их хищниками, роль которых в этот период существенно возрастает. Осенний пик остракод, возможно, вызван «оттоком» на глубины в тёплый атлантический слой хищников с наступлением холодного периода.

Если характеризовать сезонную динамику в пределах всего водного столба

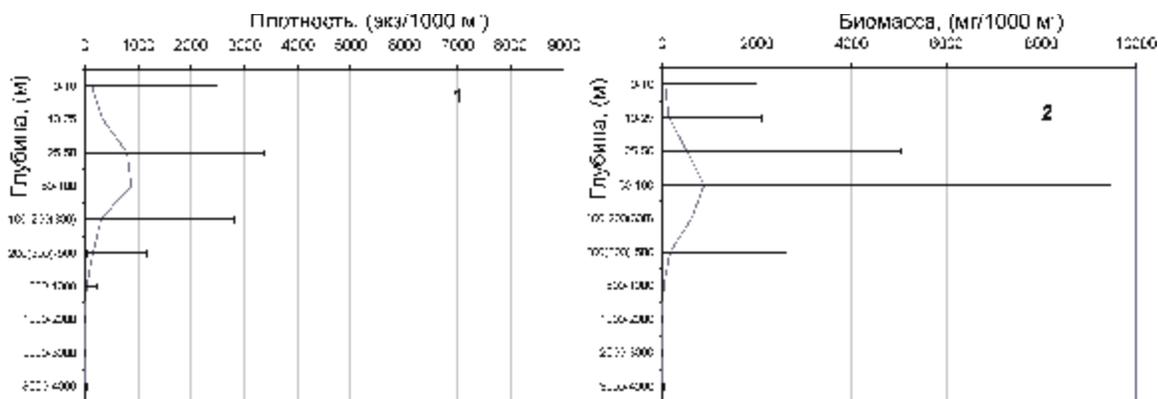


Рис. 12. Изменение с глубиной плотности популяций (1) и биомассы (2) пелагических остракод сем. Halocyprididae в центральной Арктике (суммарные данные по материалам дрейфующих станций «СП»)

в центральной Арктике, то картина остаётся примерно той же и по плотности, и по биомассе, что указана выше для верхних слоёв (рис. 14).

Картина вертикального распределения пелагических остракод в центральной Арктике с учётом изложенного выше выглядит следующим образом:

1. Самый верхний 25 м слой (опреснённый стоками рек и таянием льда) редко населён и только вдали от берегов исключительно ювенильными особями арктического вида *B. maxima*, концентрации которого здесь незначительны.

2. Глубже, до 250(300) м водная толща из остракод принадлежит также этому виду, но в качестве «случайных» появляются отдельные (единичные) экземпляры других видов. Здесь количественные показатели плотности и биомассы везде большие и особенно в слое 50-100 м.

3. Тёплый атлантический глубинный слой до 750(900-1000) м населён наибольшим числом видов, но общее обилие остракод здесь небольшое.

Собственно глубинная арктическая зона ниже 900-1000 м чрезвычайно бедна, (как и поверхностная). Основным обитателем её из остракод является *P. vityazi*. Другие, отмеченные здесь виды, встречаются реже, и их численность низкая. Количественные показатели остракод на этих глубинах чрезвычайно малы.

Северные моря России

Арктические моря, прилегающие к берегам России, составляют значительную по площади часть Полярного бассейна, но поскольку в основном являются мелководными, они в большей части не входят в ареалы пелагических (голопланктических) остракод, т. к. последние принадлежат к группе (типу) океанического планктона. Сказанное не имеет отношения к остракодам подотряда *Myodocorina*, (рис. 15, 16) которые обитают преимущественно в шельфовой зоне в составе бентосной фауны и в период размножения поднимаются в поверхностные слои, являясь на это время меропланктоном.

5.3 Фауна остракод морей Атлантического сектора (Норвежское, Гренландское, Баффина)

В Норвежском море в верхних слоях, где располагаются относительно тёплые воды атлантического происхождения, обитает почти тот же бореальный комплекс остракод, что и в прилегающем районе северной Атлантики, а глубже 500-600 м, где температура воды постоянно отрицательная, встречается преимущественно

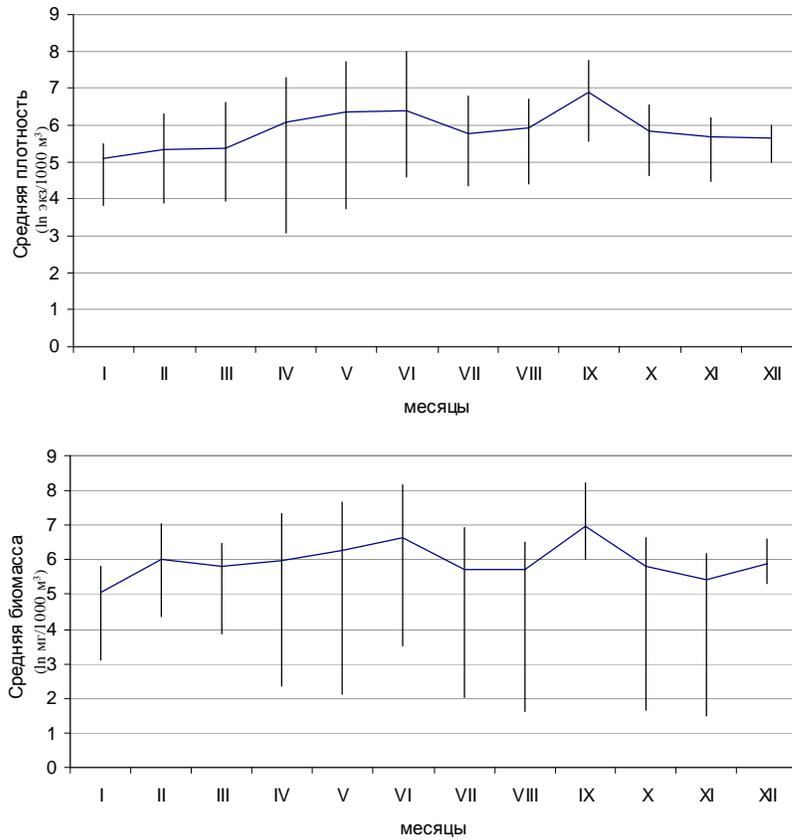


Рис. 13. Сезонная динамика плотности популяций и биомассы пелагических остракод в слое 0-200(300) м (суммарно по материалам "СП"-2, 3, 4(I), 4(II), 5, 16(I), 16(II), 19(II))

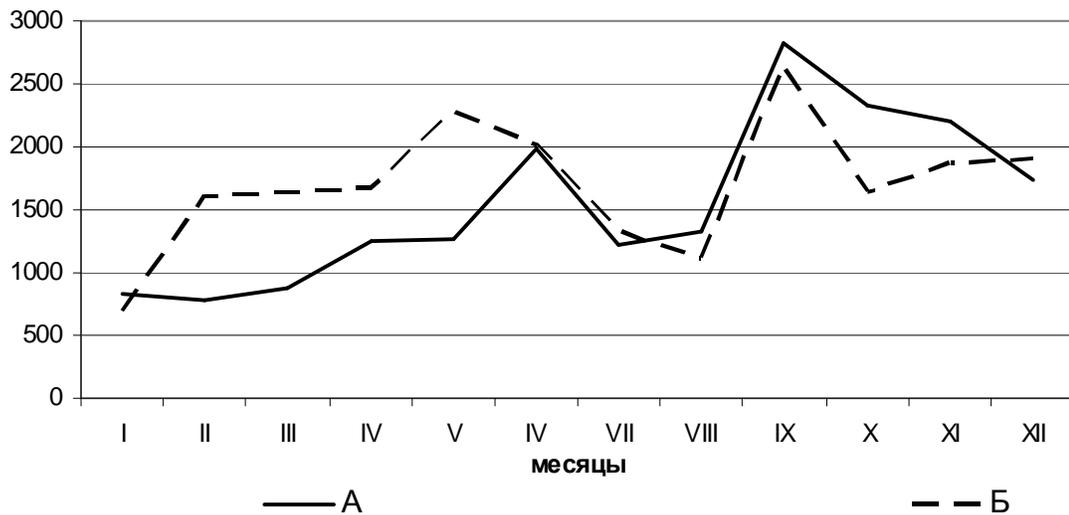


Рис. 14. Сезонные изменения плотности популяций (А, экз/1000 м³) и биомассы (Б, мг/1000 м³) пелагических остракод в центральной Арктике (суммарно по материалам дрейфующих станций «СП» - 2,3,4,5,16,19,23)

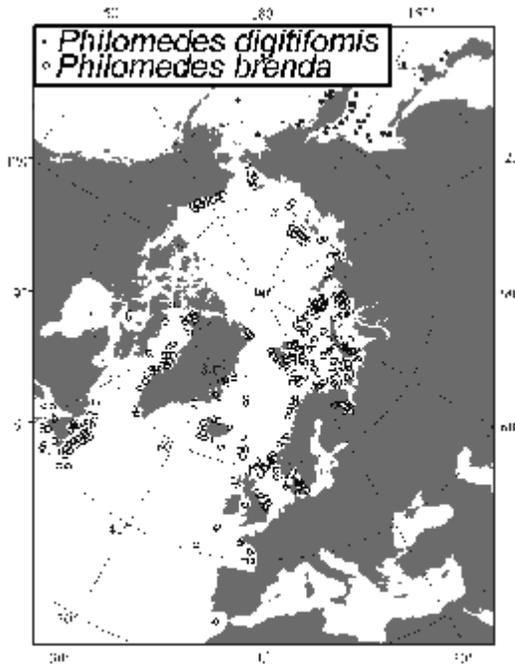


Рис. 15. Карта расположения станций содержащих пелагических остракод *Philomedes brenda* и *P. digitiformes* (по: Чавтур, Башманов, 2006) арктический вид *Boroecia maxima*.

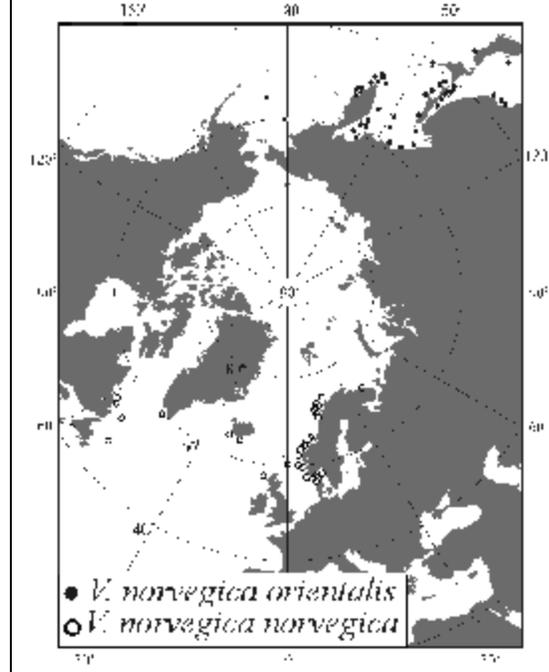


Рис. 16. Карта расположения станций содержащих пелагических остракод *Vargula norvegica*: *V. norvegica norvegica* (по оригинальным и литературным данным) и *V. norvegica orientalis* (по оригинальным данным) (по: Чавтур В.Г., Башманов А.Г., 2006).

Гренландское море, как и Норвежское, включает воды атлантической и арктической структур, с той лишь разницей, что последнее больше находится под влиянием тёплых, а Гренландское – холодных водных масс. В соответствии с этим в поверхностном слое и глубже 500-1000 м, где температура воды отрицательная или близка к этому, облик фауны остракод арктический. А тёплый слой между ними населён теми же видами, что и глубинный атлантический слой в центральной Арктике.

Исключением является лишь район Шпицбергена, где у поверхности, в зоне действия тёплого Западно-Шпицбергенского течения, обитают бореальные виды.

Море Баффина полностью заполнено водами арктической структуры, поэтому из пелагических остракод здесь обитает только холодноводный *Boroecia maxima*.

ВЫВОДЫ

1. Фауна пелагических остракод Северного Ледовитого океана чрезвычайно бедна, представлена всего 12 видами, имеет преимущественно северо-атлантический генезис и полностью изолирована от фауны Тихого океана.

2. Океаническая зона Северного Ледовитого океана населена преимущественно голопланктическими, а неретическая – исключительно меропланктическими видами.

3. Наиболее массовым среди остракод в этом океане является *Voroecia maxima*, составляющий 70-90% по плотности и биомассе от других видов. Он приурочен к холодным арктическим водам, размножается круглогодично и в период полярной ночи избегает тёплого глубинного атлантического слоя (где зимует хищный планктон), что позволяет ему поддерживать высокую численность.

4. К северу, востоку и западу от Земли Франца Иосифа и Шпицбергена качественные и количественные показатели фауны пелагических остракод уменьшаются.

5. В различные сезоны года в Полярном бассейне суммарная плотность и биомасса остракод имеют максимальные значения исключительно в пределах эпипелагиали.

6. Картина вертикального распределения пелагических остракод в центральной Арктике выглядит следующим образом:

- самый верхний 25 м слой редко населён исключительно ювенильными особями арктического вида *Voroecia maxima*, показатели обилия которого здесь незначительны;
- глубже, до 250-300 м, в основном обитает этот же вид, но уже появляются единичные экземпляры и других видов. Показатели плотности и биомассы здесь большие и особенно в слое 50-100 м;
- тёплый атлантический глубинный слой до 750-900(1000) м населён наибольшим числом видов, включающих бореальные, но общее обилие остракод здесь небольшое;
- собственно глубинная арктическая зона чрезвычайно бедна. Основным её обитателем является *Proceroecia vityazi*. Другие виды встречаются здесь редко. Количественные показатели чрезвычайно малы.

7. Основными биоиндикаторами тёплых атлантических вод в Арктике является бореальный вид *Obtusoecia obtusata* и холодных полярных вод в Атлантике – арктический вид *Voroecia maxima*.

СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи:

1. Чавтур В.Г., Башманов А.Г. История и состояние изучения пелагических остракод (Ostracoda – Myodocora) Северного Ледовитого океана. // Изв. ТИНРО-Центра. 2005. Том. 143. С. 249–263.

2. Чавтур В.Г., Башманов А.Г. Анализ современной фауны донных остракод (Ostracoda: Myodocora) Северного Ледовитого океана // Известия ТИНРО, 2006, Т. 147.

3. Чавтур В.Г., Башманов А.Г. Распределение и сезонная динамика *Voroecia maxima* (Ostracoda: Halocypridinae) в Арктическом бассейне и прилегающих водах Атлантики // Биология моря, 2007, Т. 33, № 2. С. 102-110.

4. Башманов А.Г., Чавтур В.Г. Распределение *Voroecia borealis* (Ostracoda: Halocypridinae) в Северном Ледовитом океане и прилегающих водах // Биология моря. 2008. Т. 34, № 6. С. 400-412.

Материалы конференций:

5. Башманов А.Г. Фауна пелагических остракод подкласса Myodocora Северного Ледовитого океана // XI Международная молодёжная Школа-конференция по актуальным проблемам химии и биологии, МЭС ТИБОХ, Владивосток, 11-18 сентября 2007 г.: Тезисы докладов. – Владивосток: ДВО РАН, 2007. с. 3 (<http://www.piboc.dvo.ru/divisions/fesych/sbornik2007.pdf>)