

УДК 595.383.1 (99)

## Распределение и возрастной состав личинок эвфаузиид (Euphausiacea) в районе Антарктического полуострова

Д. О. Сологуб

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва)  
e-mail: sologub@vniro.ru

Эвфаузииды (отр. Euphausiacea) составляют основу пелагических экосистем Южного океана, занимая ключевое звено в трофической структуре сообществ Антарктики. В январе 2011 г. автором были проведены исследования распределения и возрастного состава личинок эвфаузиид в районе Антарктического полуострова. Среди исследованных четырёх видов было выделено три типа распределения: океаническое (*T. macrura* и *E. frigida*), шельфовое (*E. crystallophias*) и распределение в районе шельфового склона, характерное для *E. superba*. Плотность скоплений личинок *E. superba* в 2011 г. превышала результаты предыдущих исследований, выполненных в 1970-е и 1980-е гг., что свидетельствует о высоких темпах пополнения запаса, несмотря на быстрые климатические изменения в районе Антарктического полуострова.

**Ключевые слова:** эвфаузииды, Антарктика, антарктический криль, распределение, возрастной состав.

### ВВЕДЕНИЕ

Эвфаузииды (Euphausiidae) составляют основу пелагических экосистем Южного океана, занимая ключевое звено в трофической структуре сообществ Антарктики. Видовое разнообразие эвфаузиид в антарктических и субантарктических водах сравнительно невелико и насчитывает лишь 7 видов. Наиболее многочисленным видом эвфаузиид Южного океана является антарктический криль (*Euphausia superba* Dana, 1850), он встречается у кромки шельфовых ледников и вплоть до зоны антарктической конвергенции. По численности к нему приближается только *Thysanoessa macrura* G. O. Sars, 1883, которая в некоторых

районах образует скопления с большими, чем *E. superba*, плотностями. Тем не менее, за счёт крупных размеров, антарктический криль абсолютно доминирует по биомассе среди прочих эвфаузиид [Magg, 1962; Пономарёва, 1966; Gibbons, 1999; Everson, 2000].

Литературных данных по распределению личинок эвфаузиид в Атлантическом секторе Антарктики крайне мало, несмотря на высокую степень изученности этого района. Следует отметить работы Макарова и Меньшиной [1988], охватившие практически весь район Антарктического полуострова, а также район Ю. Оркнейских островов. В рамках программы «БИОМАСС» были выполне-

ны достаточно подробные исследования распределения личинок антарктического криля [Kittel, Jazdzewski, 1982; Witek, Kittel, 1985]. Исследования Зигеля [Siegel, 1989] покрыли значительную площадь акватории Антарктического полуострова, при этом было выполнено большое число траловых станций. Исследования других авторов ограничены локальными участками в пределах подрайона Антарктического полуострова [Mujica, Asencio, 1983; Nordhausen, 1994; Pakhomov et al., 2004].

Учитывая важнейшую роль эвфаузиид в антарктических сообществах, а также наблюдающиеся в районе Антарктического полуострова быстрые климатические изменения [Everson, 2000; Atkinson et al., 2004, 2006], необходимо проведение регулярных исследований по мониторингу популяций эвфаузиид. В 2011 г. автором были проведены исследования личинок антарктических эвфаузиид в районе Антарктического полуострова с целью уточнения особенностей их распределения и возрастного состава,

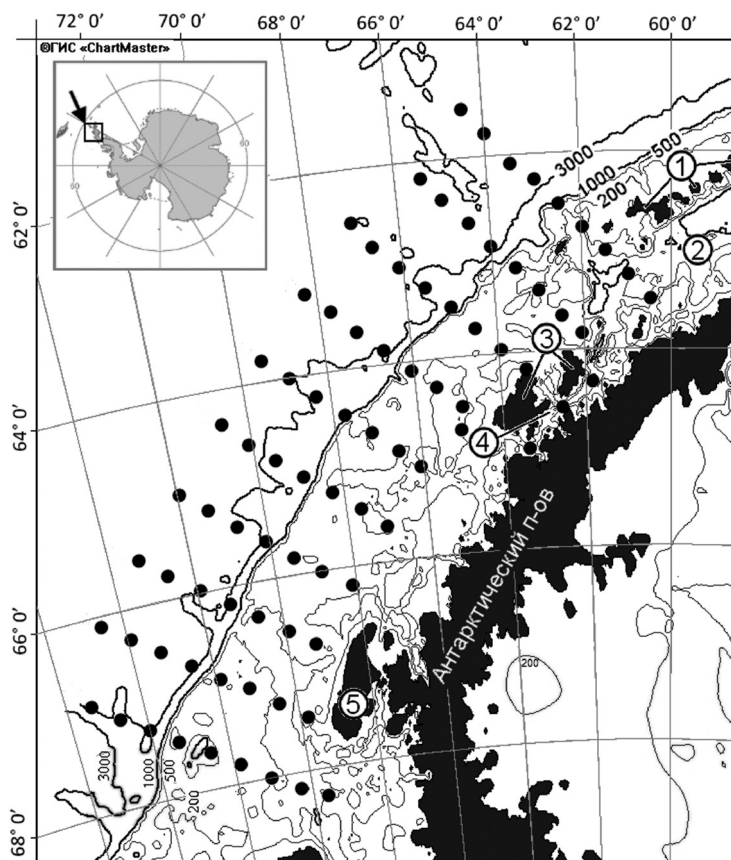
а также оценки обилия личинок, что может свидетельствовать о величине пополнения.

### РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования были выполнены в районе к западу от Антарктического полуострова. Траловые станции выполнялись с интервалом в 20 морских миль. Всего была выполнена 81 траловая станция по 10 разрезам (рис. 1). Исследования охватили как океанические, так и шельфовые участки. Три станции были выполнены в проливе Жерлаш.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Данные по численности, распределению и возрастному составу ранних онтогенетических стадий эвфаузиид были получены в период с 9 по 30 января 2011 г. в ходе экспедиции ANT XXVII/2 научно-исследовательского судна «Поларштерн». Траления осуществлялись с помощью исследовательского трала RMT 1 с площадью входного отверстия 1 м<sup>2</sup>



**Рис. 1.** Карта станций, выполненных на судне «Поларштерн» в январе 2011 г.; 1 — Ю. Шетландские о-ва; 2 — пролив Брансфилд; 3 — арх. Палмер; 4 — пролив Жерлаш; 5 — о. Аделейд

и ячеей 330 мкм в течение 40 минут и представляли собой косые ловы (сеть опускали до глубины 200 м, а затем поднимали на поверхность), вследствие чего полученные результаты не позволяют рассмотреть вертикальное распределение гидробионтов. Для определения точного объёма процеженной воды, на верхней подборе RMT 1 был установлен прибор,

фиксирующий расстояние, пройденное тралом. Поскольку в большинстве исследований концентрация личинок антарктических эвфаузиид выражена в экз./м<sup>2</sup>, нами также были использованы эти единицы измерения. Для сравнения плотностей скоплений личинок данные некоторых авторов, выраженные в экз./м<sup>3</sup>, были переведены в экз./м<sup>2</sup>.

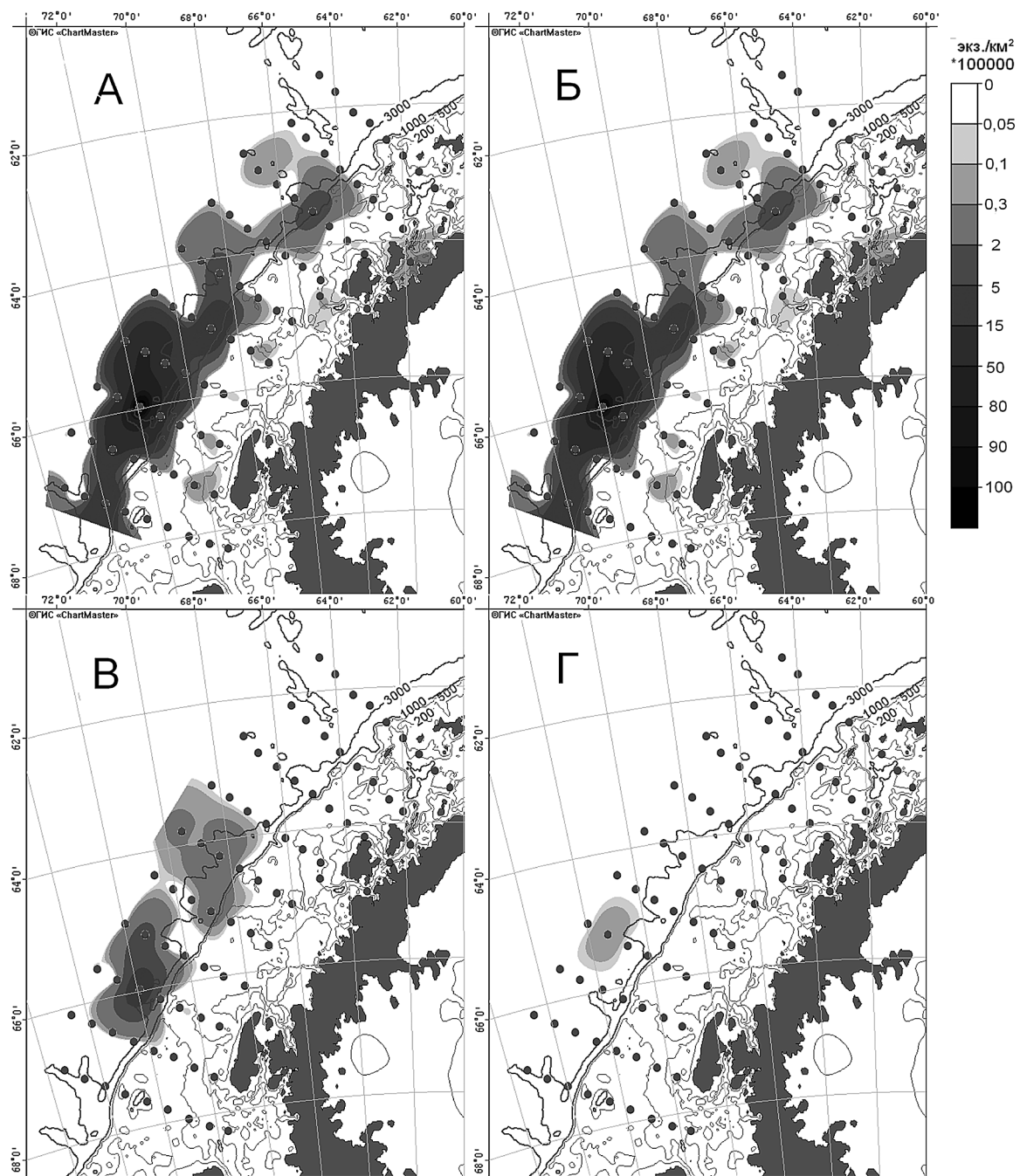


Рис. 2. Распределение личинок *E. superba*: А — всех возрастных стадий; Б — калиптописов I; В — калиптописов II; Г — фурцилий I

Пробы из RMT 1 непосредственно после траления разделяли на части, которые фиксировали 4%-м формалином, а затем анализировали через 1–3 дня. Зачастую личинки оказывались сильно повреждёнными, особенно если в уловах присутствовало большое количество крупных организмов — сальп (*Salpa thompsoni* Foxton, 1961) или взрослых особей антарктического криля. Наиболее повреждёнными были личинки на стадии фурцилия. Определялся их приблизительный возраст: ранние (I–III) или поздние (IV–VI) фурцилии. Если же идентификационные признаки полностью отсутствовали, определяли лишь принадлежность к фурцилиям или калиптописам. Данные по численности наиболее ранних стадий, науплиусов и метанауплиусов являлись нерепрезентативными вследствие сравнительно небольшой глубины лова (учитывая вертикальные онтогенетические миграции эвфаузиид) и селективность трала.

Для исследования распределения личинок эвфаузиид полученные данные обрабатывали с помощью программы ГИС «КартМастер» [Бизиков и др., 2006].

### РЕЗУЛЬТАТЫ

В районе работ были обнаружены личинки четырёх из пяти видов эвфаузиид, встре-

чающихся в антарктических водах: *Euphausia crystallorophias* Hold & Tattersall, 1906, *E. frigida* Hansen, 1911, *T. macrura*, и *E. superba*. Личинки глубоководного вида *E. triacantha* Hold & Tattersall, 1906 не были обнаружены в траловых пробах вследствие малой глубины лова. За всё время исследований был определён возраст 16000 личинок эвфаузиид. Наиболее многочисленными оказались личинки *E. superba*, количественная доля которых по району исследований составила 82,5%. Доли личинок *T. macrura*, *E. crystallorophias* и *E. frigida* в уловах составили 16,4; 1,0 и 0,1% соответственно.

***Euphausia superba*.** Личинки антарктического криля были встречены на 70% станций. Высокие концентрации были обнаружены в юго-западной части района исследований в водах над континентальным склоном (рис. 2, А).

Максимальных концентраций (до 67 000 экз./м<sup>2</sup>) личинки достигали в районе 66°00' ю.ш. 72°00' з.д. на шельфовом склоне. Напротив, в северо-восточной части района личинок антарктического криля было существенно меньше. На самых северных станциях восточного разреза были обнаружены лишь единичные особи антарктического криля. В относительно небольшом количестве (око-

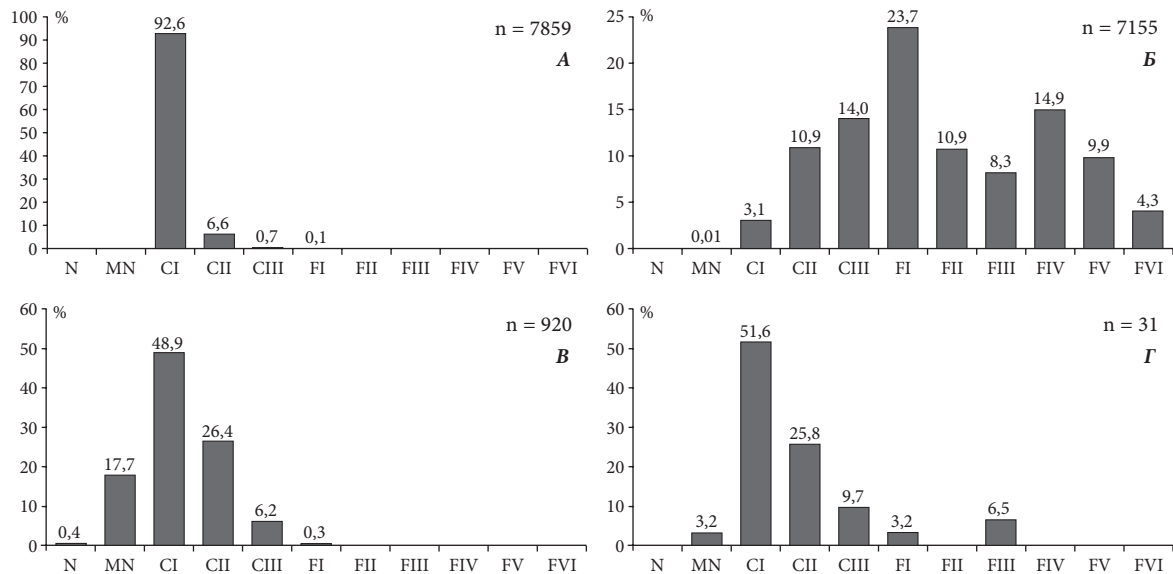


Рис. 3. Возрастной состав эвфаузиид в январе 2011 г.: А — *E. superba*; Б — *T. macrura*; В — *E. crystallorophias*; Г — *E. frigida*

ло 1000 экз./м<sup>2</sup>) личинки *E. superba* встречались на станциях вблизи побережья, в том числе и в проливе Жерлаш. Средняя плотность скоплений личинок *E. superba* по всему району исследований составила 2450 экз./м<sup>2</sup>.

Среди 7859 личинок, для которых были определены стадии развития, доля калиптопи-

сов I составила 92,6%. (рис. 3, Б). Наиболее старшей возрастной группой оказались фурцилии I, составлявшие всего 0,1%. Личинки стадий фурцилии II–VI в уловах отсутствовали.

Пространственное распределение разных возрастных стадий *E. superba* и положение их максимальных концентраций вдоль шель-

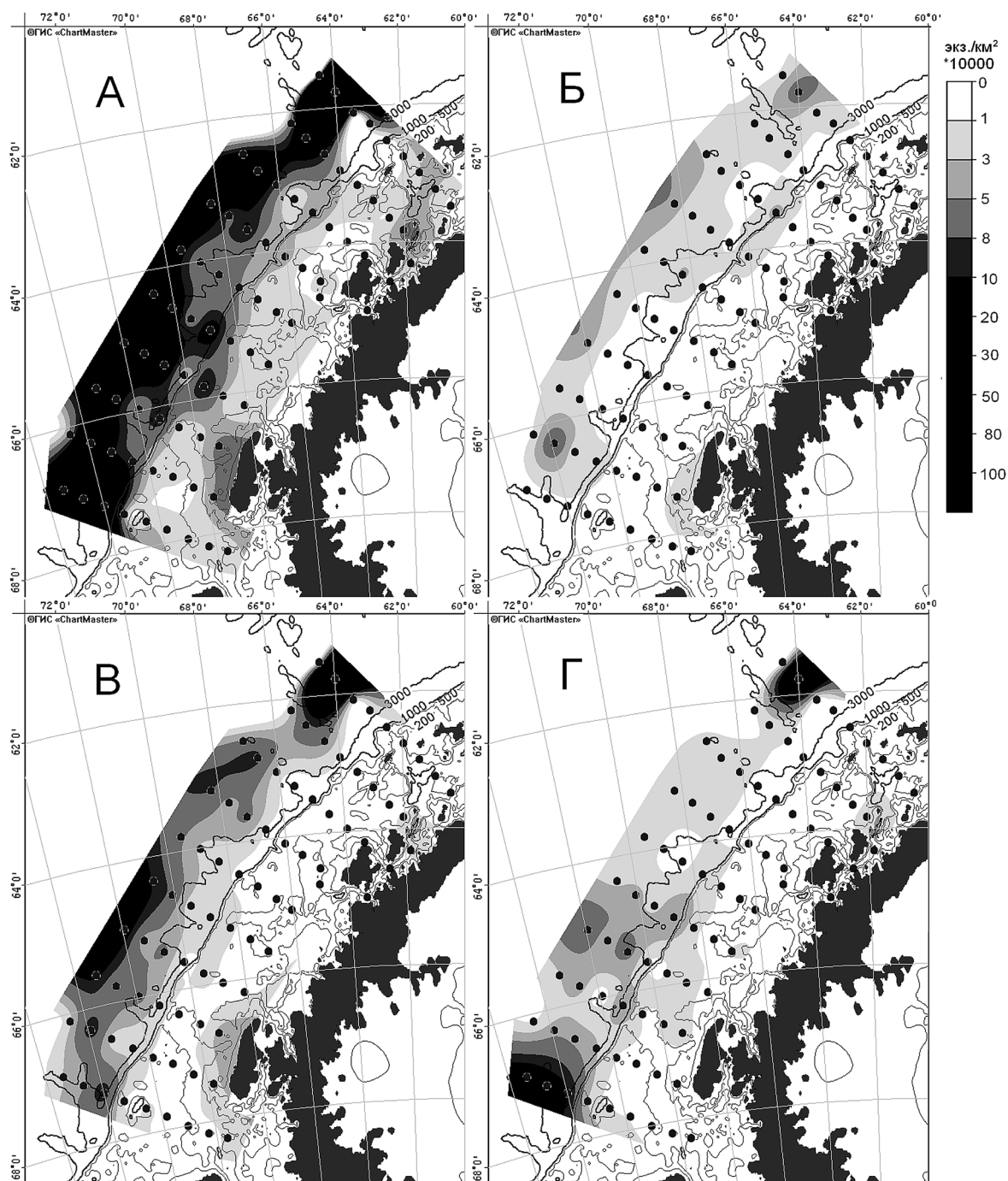


Рис 4. Распределение личинок *T. tasgira* в январе 2011 г.: А — всех возрастных групп; Б — калиптописы; В — ранние фурцилии (I–III); Г — поздние фурцилии (IV–VI)

фового склона оказалось неодинаковым. Наиболее плотные скопления фурцилий располагались несколько восточнее (около 40 миль) вдоль шельфового склона по сравнению с максимальными концентрациями калиптописов (рис. 2, Г).

***Thysanoessa macrura*.** Личинки *T. macrura* были обнаружены на всех 81 станциях. Средняя их плотность составила 485 экз./м<sup>2</sup>. Максимальных концентраций (до 6000 экз./м<sup>2</sup>) они достигали в северных, океанических, частях региона — в районе северных станций восточных разрезов (рис. 4, А).

Высокие концентрации личинок были обнаружены также на центральных и восточных участках океанической части исследованного района. На шельфе личинок было мало, за исключением вод, прилегающих к о. Аделейд (рис. 4, А). Отмечены также и низкие концентрации личинок в проливе Жерлаш.

Стадии развития были определены у 7155 личинок. Ещё 5180 личинок *T. macrura* оказались сильно повреждёнными, вследствие чего

стадии их развития не определяли. Личинки были представлены всеми стадиями калиптописов и фурцилий (рис. 3, Б). Кроме того, были обнаружены и более ранние стадии *T. macrura*: науплиусы и метанауплиусы. Однако преобладали в пробах личинки стадий фурцилия I и V, составлявшие 23,7 и 14,9% соответственно.

Распределение разных возрастных стадий (рис. 4, Б–Г) *T. macrura* показывает отсутствие плотных концентраций поздних фурцилий (IV–VI) на шельфе Антарктического полуострова, в то время как скопления калиптописов и ранних фурцилий (I–III) отмечены к северу от о. Аделейд. В целом для поздних фурцилий было характерно более компактное распределение.

***Euphausia crystallorophias*.** На станциях вблизи побережья антарктического полуострова и прилегающих островов были обнаружены личинки *E. crystallorophias*. Средняя плотность личинок этого вида составила 29,0 экз./м<sup>2</sup>, достигая к западу от о. Аделейд порядка

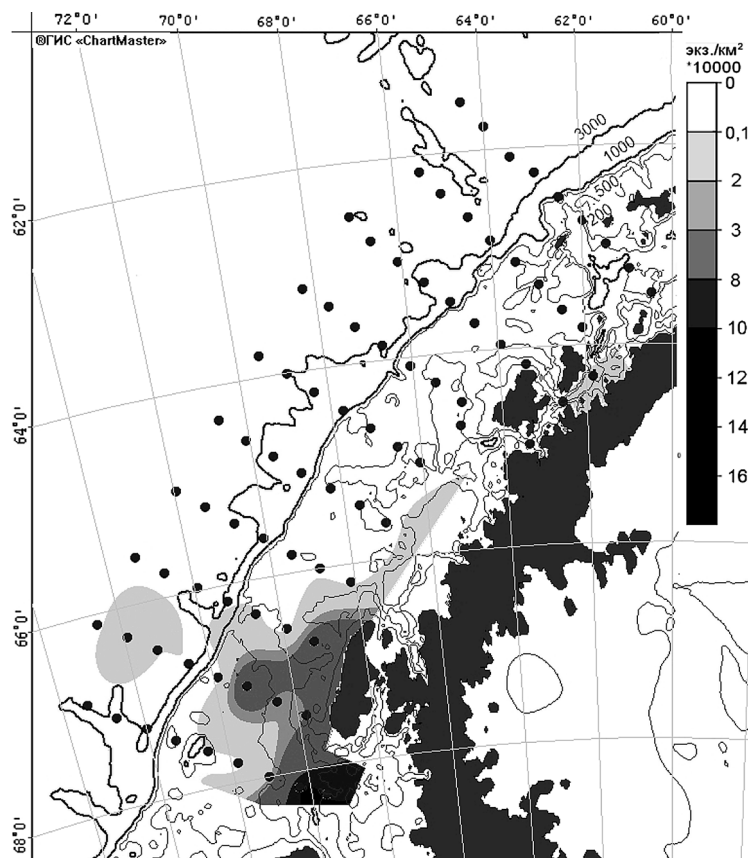


Рис. 5. Распределение личинок *E. crystallorophias* в январе 2011 г.

600 экз./м<sup>2</sup>. Повышенные концентрации личинок *E. crystallophias* были отмечены в юго-западной части района работ над шельфом (рис. 5). Кроме того, личинки были обнаружены на станциях в проливе Жерлаш. В океанической части района работ личинок практически не было, за исключением нескольких станций к северу от о. Аделейд, однако и здесь их концентрации были низкими. Стадии развития были определены у 920 личинок.

***Euphausia frigida*.** Личинки *E. frigida* встречались единично, преимущественно в северных частях района исследований, где плотности их скоплений достигали 30 экз./м<sup>2</sup>. Средняя плотность скопления личинок по всему району работ составила 1,5 экз./м<sup>2</sup> (рис. 6). Пространственное распределение личинок *E. frigida* показало, как и для *T. macrura*, приуроченность этого вида к океаническим акваториям. Однако, *E. frigida* является несколько более глубоководным видом, чем *T. macrura*, и траления в слое 0–200 м, вполне вероятно, не охватывали все стадии вида. Возраст был

определён лишь для 31 личинки. Представлены личинки были в основном калиптописами (51,6%), однако встречались и фурцилии I–III (рис. 3, Г).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение личинок *E. superba* в январе 2011 г. преимущественно в водах над шельфовым склоном Антарктического полуострова (рис. 2) свидетельствует о приуроченности этого вида к водам южной периферии Антарктического циркумполярного течения, которое задаёт генеральное северо-восточное направление миграций вида. Некоторые личинки *E. superba*, находясь на шельфе Антарктического полуострова, перемещаются, по-видимому, в юго-западном направлении с водами Антарктического прибрежного течения.

Старшей стадией личинок *E. superba* в январе 2011 г. являлась фурцилия I (рис. 3, А), вследствие чего, исходя из литературных данных по срокам развития личинок [Hempel, Hempel, 1986; Meyer et al., 2009], можно

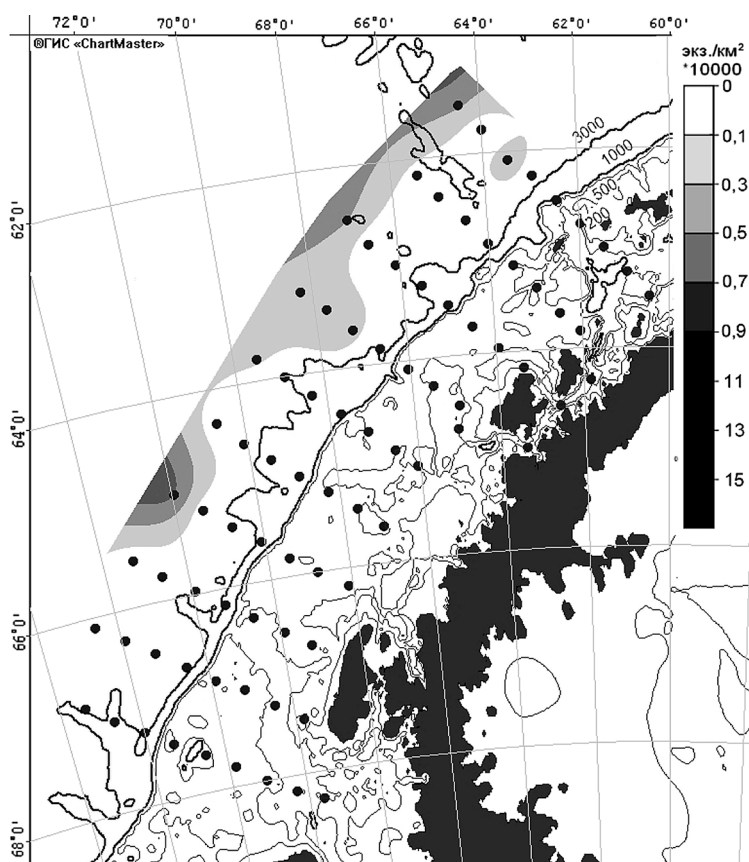


Рис. 6. Распределение личинок *E. frigida* в январе 2011 г.

предполагать, что начало нереста вида происходит в районе Антарктического полуострова в середине декабря. Практически однородный возрастной состав личинок с преобладанием калиптописов I свидетельствует о высокой синхронности нереста *E. superba*, а также о том, что основной пик нереста приходился на конец декабря — начало января. Сходные данные по срокам нереста были получены и другими исследователями для этого района, а так же для Вторичной Фронтальной Зоны в море Скоша [Макаров, Меньшенина, 1988; Makarov et al., 1990; Siegel, Loeb, 1995; Siegel, 2000].

Распределение максимальных концентраций фурцилий *E. superba* восточнее максимальных концентраций калиптописов показывает, что массовый нерест антарктического криля в 2011 г. происходил в направлении с востока на запад. Принимая во внимание направление потока вод АЦТ, можно предположить, что более ранний массовый нерест антарктического криля происходит при попадании особей с водами АЦТ в благоприятные условия в районе шельфового склона.

Литературные данные свидетельствуют о наличии плотных скоплений личинок *E. superba* в январе 1976 г. в проливе Брансфилд и на акватории о. Элефант [Makarov et al., 1990]. Скопления были так же отмечены около о. Аделейд и архипелага Палмер на шельфе Антарктического полуострова. При этом на океанических участках личинок было крайне мало, что, возможно, связано со сравнительно небольшим числом выполненных станций. Однако уже в апреле-мае 1980 г. были отмечены значительные скопления личинок антарктического криля на шельфовом склоне Ю. Шетландских островов.

В феврале-марте 1981 г. в верхнем 100-метровом слое к северу от Ю. Шетландских о-вов преобладали калиптописы и фурцилии *E. superba*, концентрации их достигали 33 637 экз./м<sup>2</sup> (табл. 1). Личинки были отмечены вплоть до 60° ю.ш. [Kittel, Jazdzewski, 1982]. Исследования, выполненные в декабре 1983/84, показали довольно низкие концентрации личинок — до 85 экз./м<sup>2</sup>, однако было отмечено наличие большого количества недавно выметанных яиц криля в водах пролива Брансфилд [Witek, Kittel, 1985].

Преобладание личинок антарктического криля вблизи о. Элефант и на шельфовом склоне Ю. Шетландских о-вов (до 38 130 экз./м<sup>2</sup>) наблюдалось и в январе-феврале 1981 г. (табл. 1), однако исследования проводились только между 53 и 64° ю.ш. и не охватывали район к западу от арх. Палмер [Mujica, Asencio, 1983].

Осенью 2001 и 2002 гг. скопления личинок *E. superba* до 5627 экз./м<sup>2</sup> были обнаружены на океанических участках и на шельфовом склоне Антарктического полуострова [Daly, 2004]. Исследования охватывали локальную акваторию к западу от арх. Палмер и были выполнены в основном на шельфе.

Согласно другим данным, охватывающим значительную акваторию Антарктического полуострова, наиболее плотные концентрации личинок *E. superba* наблюдались на шельфовом склоне острова Аделейд в 1986 г. [Siegel, 1989]. Несколько менее плотные концентрации личинок были обнаружены в проливе Брансфилд и в районе о. Элефант.

Максимальная плотность скоплений личинок антарктического криля 67 000 экз./м<sup>2</sup>, отмеченная автором в районе Антарктического полуострова в 2011 г., превышает значения, полученные другими исследователями (табл. 1). Близкие результаты были получены к востоку от Ю. Оркнейских островов в 1981 г. [Макаров, Меньшенина, 1988]. Максимальные плотности скоплений *E. superba*, согласно результатам других исследований [Kittel, Jazdzewski, 1982; Mujica, Asencio, 1983; Pakhomov et al., 2004], были ниже примерно в два раза, по сравнению с данными, полученными в январе 2011 г.

В то же время средние плотности скоплений личинок антарктического криля по данным автора оказались ниже приведённых другими исследователями. Сходные значения были получены лишь в проливе Брансфилд и на акватории Ю. Шетландских о-вов в 1981 г. [Mujica, Asencio, 1983]. Одной из возможных причин таких различий в оценках средней плотности личинок *E. superba* является расхождение в районах исследований. Работы, выполненные на небольших участках шельфового склона, показывают высокие средние плотности личинок. Напротив, в исследованиях, охваты-



Таблица 1. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) плотности личинок (экз./м<sup>2</sup>) антарктических эвфаузиид по литературным данным и данным автора

Источник	Район	Год	Месяц	E. superba	E. frigida	E. crystallorophias	T. тастига
Makarov et al., 1990	48.1 Антарктический полуостров (55° — 95° W)	1976, 1978,	декабрь-январь	—	—	—	—
		1979		>1000	340	5000	>500
		1980	апрель-май	—	0	0	—
				9500	0	0	—
Mijica, Asencio, 1983	48.1 пролив Брансфилд, Ю. Шетландские о-ва	1981	январь	2720	—	—	—
				38130	—	—	—
Макаров, Меньянина, 1988	48.2 к востоку от Ю. Оркнейских островов	1981	январь	5266	79	—	979
				63 910	300	—	3140
Kittel, Jazdzewski, 1982	48.1 пролив Брансфилд, Ю. Шетландские о-ва	1981	февраль-март	—	—	—	—
				33 637	—	—	—
Witek, Kittel, 1985	48.1 пролив Брансфилд, Ю. Шетландские о-ва	1983/84	декабрь-январь	—	—	—	—
				85	15	212	—
Самышев, 1991	58.4 море Содружества	1985	январь	5284	—	—	—
				—	—	—	—
		1986	январь	6417	—	—	—
				—	—	—	—
Menshenina, 1992	48.5 круговорот Уэдделла (5° E — 60° W)	1989	сентябрь-октябрь	—	—	—	—
				720	8680	—	7540
Nordhausen, 1994	48.1 пролив Жерлаш до пролива Кристалл	1992	июль-август	89 810	—	6	38
				—	—	83	91
Rakhonov et al., 2003	48.1 к северу о. Аделейд море Беллинггаузена	2001	апрель-май	8872 30 084	—	—	—
				—	—	—	—
Daly, 2004	48.1 к северу и западу от острова Аделейд (68° — 78° W)	2001	осень	—	—	—	—
				5627	—	—	—
		2002	осень	—	—	—	—
				3731	—	—	—
Данные автора	48.1 Антарктический полуостров (60° — 76° W)	2011	январь	2450	1,5	29	485
				67 000	30	600	6000

вающих значительные площади океанических и шельфовых участков, указаны средние плотности личинок, сопоставимые с полученными автором значениями. Следует отметить, что высокие значения средней плотности личинок *E. superba* характерны не только для подрайона 48.1, они были отмечены и к востоку от Ю. Оркнейских островов [Макаров, Меньшенина, 1988], а также в подрайоне 58.4, в море Содружества [Самышев, 1991].

В январе 2011 г. большинство личинок *T. macrura* были приурочены к водам Антарктического циркумполярного течения, образуя значительные концентрации в океанической части района и над склоном шельфа (рис. 4). Личинки *T. macrura*, обнаруженные непосредственно на шельфе Антарктического полуострова, скорее всего, вынесены сюда из океанических районов и плотных скоплений не образуют.

Полимодальное распределение возрастных групп личинок *T. macrura* свидетельствует о том, что нерест, который начинается с середины сентября, сильно растянут и протекает с различной интенсивностью (рис. 3, Б). Характер протекания нереста *T. macrura* подтверждается анализом пространственного распределения возрастных стадий личинок (рис. 4, Б-Г). Судя по локализации повышенных концентраций поздних фурцилий в крайних западном и восточном участках, в середине сентября первая волна нереста ограничивалась двумя пространственно разделёнными участками. Позже нерест принял более массовый характер, вторая волна его охватила практически весь район размножения в океанической зоне, что отчётливо видно по распределению калиптописов и ранних фурцилий.

Исследования, выполненные в 1976, 1978 и 1979 гг., показали приуроченность личинок *T. macrura* к океаническим участкам [Makarov et al., 1990]. Также были обнаружены скопления личинок в проливе Брансфилд. Наиболее плотные (более 500 экз./м<sup>2</sup>) скопления располагались локально, следуя друг за другом по направлению потоков Антарктического циркумполярного течения. На остальной акватории распределение личинок *T. macrura* носило более равномерный характер.

Концентрации личинок *T. macrura*, сопоставимые с обнаруженными в 2011 г., отмечены в море Уэдделла в сентябре-октябре 1989 г. [Menshenina, 1992]. Несколько меньшие плотности скоплений личинок этого вида были обнаружены в районе Ю. Оркнейских о-вов в январе 1981 г. [Макаров, Меньшенина, 1988].

Океаническим распределением характеризовались и личинки *E. frigida*, не обнаруженные в январе 2011 г. над шельфом Антарктического полуострова (рис. 5). Исходя из наличия в районе исследований личинок *E. frigida* на стадии фурцилия III, можно предположить, что нерест этого вида начинается в октябре (рис. 3, Г). Однако основной пик нереста приходится на конец октября — начало ноября.

В декабре-январе 1976 г. личинки *E. frigida* встречались лишь на самых северных станциях, а также к северу от о. Элефант, однако их концентрации были существенно выше, по сравнению с 2011 г. [Makarov et al., 1990]. Высокие концентрации личинок *E. frigida* были обнаружены в январе 1981 г. в районе Ю. Оркнейских о-вов [Макаров, Меньшенина, 1988]. Возможной причиной этого могли быть различия в орудиях лова и большая глубина исследований в 1976 и 1981 гг. Наиболее плотные скопления личинок *E. frigida* (до 8680 экз./м<sup>2</sup>) были отмечены в сентябре-октябре 1989 г. к северу от Ю. Оркнейских о-вов в слое 0–500 м [Menshenina, 1992].

Данные по распределению личинок *E. crystallorophias* (рис. 6) свидетельствуют о приуроченности этого вида к шельфовой модификации Антарктической поверхностной водной массы, а также о высоком значении Антарктического прибрежного течения для этого вида. Преобладание среди личинок *E. crystallorophias* калиптописов I и в то же время существенное количество калиптописов II и присутствие ранних фурцилий (рис. 3, В) свидетельствуют о том, что нерест этого вида происходит в начале ноября.

В 1976 и 1983/84 гг. скопления личинок *E. crystallorophias* так же, как и в 2011 г., были отмечены на шельфе Антарктического полуострова к северу от о. Аделейд и в проливе Брансфилд [Witek, Kittel, 1985; Makarov et al.,

1990]. В 1992 г. личинки были отмечены в пр. Жерлаш [Nordhausen, 1994].

Таким образом, все четыре вида эвфаузиид характеризуются разными сроками нереста, которые в целом согласуются с широтным распределением видов. Раньше всех начинает нереститься *T. macrura*, обнаруженная на самых северных станциях полигона. Несколько позже наступает нерест *E. frigida*, встречающейся также на северных участках исследованного района. Затем, в начале ноября, происходит нерест прибрежного вида *E. crystallorophias*. Однако, ещё позже, чем *E. crystallorophias*, в конце декабря, над шельфовым склоном начинает нереститься *E. superba*. Вполне вероятно, что именно такой репродуктивной стратегией объясняются высокая продуктивность и численность *E. superba*, в сравнении с другими эвфаузидами.

Среди исследованных четырёх видов антарктических эвфаузиид можно выделить три типа распределения: океаническое, шельфовое (или прибрежное) и распределение в районе шельфового склона. Первый тип распределения характерен для *T. macrura* и *E. frigida*, второй — для *E. crystallorophias*, а третий — для *E. superba*.

Некоторые исследования последних лет свидетельствуют о происходящих в Антарктике процессах потепления климата, авторы связывают эти процессы в районе Антарктического полуострова с глобальным потеплением климата на планете [Гворуха, Тимофеев, 1998; Тимофеев, 2005]. Другие исследования показывают локальный характер потепления [Тимофеев, 2006; Turner et al., 2005]. В работах российских исследователей показана связь наблюдаемых трендов с долгопериодной динамикой гидрометеорологических условий, выражающейся в наличии сменяющихся друг друга тёплых и холодных эпох продолжительностью в несколько десятилетий [Масленников, 1979; Maslennikov, Solyankin, 1988].

Очевидно, что изменения гидрологических и климатических процессов Антарктики должны оказывать существенное влияние на эвфаузиид, в силу установленных дальних связей между разными природными системами, находящимися под влиянием крупномасштабных климатических колебаний [Масленников, 2003]. Непосредственное отрицательное влия-

ние на эвфаузиид, находящихся у поверхности океана, может оказывать интенсификация ультрафиолетового излучения [Siegel, 2000]. Другие авторы указывают на снижение ежегодного пополнения запасов основного промыслового вида эвфаузиид — антарктического криля и связывают это с долгопериодными климатическими колебаниями и процессами, такими как глобальное потепление или истощение озонового слоя [Gascon, Werner, 2005]. Важнейшими факторами, обуславливающими пополнение запасов антарктического криля, являются количество морского льда зимой и степень его отступления летом [Siegel, Loeb, 1995; Loeb et al., 1997]. В литературе уже появились сообщения с весьма неутешительными прогнозами, свидетельствующими о быстром снижении запасов [Everson, 2000; Atkinson et al., 2004] и катастрофическом снижении плотности скоплений антарктического криля [Atkinson et al., 2006] в Атлантическом секторе Антарктики. Исследования показали, что в районе Антарктического полуострова наблюдаются наиболее быстрые климатические изменения и что снижение численности криля может быть связано с уменьшением величины ледового покрова и его слабым развитием в период антарктической зимы.

Данные по распределению личинок эвфаузиид, полученные автором в 2011 г., подтверждают результаты предыдущих исследований и показывают, что скопления личинок *E. superba* распределены преимущественно на шельфовом склоне Антарктического полуострова. Максимальная плотность скоплений личинок антарктического криля в январе 2011 г. превышала ранее полученные значения. Характер распределения других видов эвфаузиид также остался неизменным. Это свидетельствует о том, что, несмотря на динамику крупномасштабных гидроклиматических процессов, закономерности распределения личинок эвфаузиид, их численность и, следовательно, темпы пополнения запасов в районе Антарктического полуострова остались в целом такими же, как и в 1970-х и 1980-х гг.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2011 г. в районе Антарктического полуострова была отмечена максимальная плотность

скоплений личинок *E. superba* 67 000 экз./м<sup>2</sup>, превышающая значения, полученные другими исследователями.

В районе Антарктического полуострова личинки *E. superba* появляются в декабре-январе в районе шельфового склона. Пик нереста *E. crystallorophias* приходится на начало ноября. Нерест *T. macrura* начинается с середины сентября.

Среди исследованных четырёх видов антарктических эвфаузиид было выделено три типа распределения: океаническое (*T. macrura* и *E. frigida*), шельфовое (*E. crystallorophias*) и распределение в районе шельфового склона, характерное для *E. superba*.

Динамика крупномасштабных гидроклиматических процессов за последние десятилетия не оказала существенного влияния на крупномасштабное распределение личинок эвфаузиид и их численность в районе Антарктического полуострова.

Несмотря на то что исследования были выполнены в период, когда нерест антарктического криля (*E. superba*) ещё не завершился, можно утверждать, что 2011 г. характеризовался высоким пополнением запаса этого вида.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность Фолькеру Зигелю, Матильде Гаральдсон и Василию Альбертовичу Спиридонову за всестороннюю помощь и поддержку в проведении исследований. Кроме того, автор признателен экипажу судна «Поларштерн» за высокий профессионализм и содействие в сборе данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бизиков В. А., Гончаров С. М., Поляков А. В. 2006. Новая географическая информационная система «Картмастер» для обработки данных биоресурсных съёмки // VII Всеросс. конфер. пром. беспозв. М.: Изд-во ВНИРО. С. 18–24.
- Говоруха Л., Тимофеев В. 1998. О состоянии гляциоклиматической системы Антарктического полуострова // Бюлл. УАЦ. № 2. С. 70–76.
- Макаров Р., Меньшенина Л. 1988. К исследованию распределения и фенологии личинок эвфаузиид в море Скоша // Антарктика. Вып. 27. М.: Наука. С. 160–174.
- Масленников В. 1979. Региональные особенности антарктической поверхностной водной массы в юго-западной части Атлантического сектора // Антарктика. М.: Наука. Вып. 18. С. 134–139.
- Масленников В. 2003. Климатические колебания и морская экосистема Антарктики. М.: Изд-во ВНИРО. 295 с.
- Пономарёва Л. А. 1966. Эвфаузииды антарктических вод // Калининград: Изд-во АтлантНИРО. 50 с.
- Самышев Э. 1991. Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале. М.: Наука. 168 с.
- Тимофеев В. 2005. Климатические индексы Южного полушария и их связь с тропосферной циркуляцией // Укр. антарк. журн. № 3. С. 85–92.
- Тимофеев В. 2006. Пространственно-временные особенности регионального потепления на Антарктическом полуострове // Укр. антарк. журн. № 4–5. С. 288–294.
- Atkinson A., Siegel V., Pakhomov E., Rothery P. 2004. Long-Term Decline in Krill Stock and Increase in Salps within the Southern Ocean // Nature. Vol. 432. P. 100–103.
- Atkinson A., Tarling G. A., Shreeve R. S., Hirst A. G., Rothery P., Pond D. W., Murphy E. J., Watkins J. L. 2006. Natural Growth Rates in Antarctic Krill (*Euphausia superba*). II. Predictive Models Based on Food, Temperature, Body Length, Sex, and Maturity Stage // Limnol. Oceanogr. 51 (2). 2006. P. 973–987.
- Daly K. 2004. Overwintering Growth and Development of Larvae *Euphausia superba*: An Interannual Comparison under Varying Environmental Conditions West of the Antarctic Peninsula // Deep-Sea Research II. Vol. 51. P. 2139–2168.
- Everson I. 2000. Distribution and Standing Stock. In: Krill: Biology, Ecology and Fisheries. I. Everson (ed.) // Fish and Aquatic Resources. Series 6. Blackwell Science. Oxford. P. 63–79.
- Gascon V., Werner R. 2005. Antarctic Krill: A Case Study on the Ecosystem Implications of Fishing // Antarctic and Southern Ocean Coalition. Puerto Madryn, Argentina. 30 p.
- Gibbons M., Spiridonov V., Tarling G. 1999. Euphausiacea // South Atlantic Zooplankton. Leiden: Backhuys Publishers. P. 1241–1279.
- Hempel I., Hempel G. 1986. Field Observations on the Developmental Ascent of Larval *Euphausia superba* (Crustacea) // Polar Biol. Vol. 6. N 1. P. 123–126.
- Kittel W., Jazdzewski K. 1982. Studies on the Larval Stages of *Euphausia superba* Dana (Crustacea, Euphausiacea) in the Southern Drake Passage and in the Bransfield Strait in February and March 1981 during the BIOMASS-FIBEX expedition // Pol. Polar Res. 3 (3–4). P. 273–280.
- Loeb V., Holm-Hansen O. R., Hewitt R., Fraser W., Trivelpiece W., Trivelpiece S. 1997. Effects of Sea-Ice

- Extent and Salp or Krill Dominance on the Antarctic Food Web // *Nature*. 387. P. 897–900.
- Makarov R., Menshenina L., Spiridonov V. 1990. Distributional Ecology of Euphausiid Larvae in the Antarctic Peninsula Region and Adjacent Waters // *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.* 3. P. 23–35.
- Marr J.W.S. 1962. The Natural History and Geography of the Antarctic Krill (*Euphausia superba* Dana) // *Discovery Rep.* Vol. 32. P. 33–464.
- Maslennikov V.V., Solyankin E.V. 1988. Patterns of Fluctuations in the Hydrological Conditions of the Antarctic Krill and Their Effect on the Distribution of Antarctic krill // In: *Antarctic Ocean and Resources Variability*. D. Sahrhage (ed.). Berlin: Springer-Verlag. P. 209–213.
- Menshenina L. 1992. Distribution of Euphausiid Larvae in the Weddell Gyre in September-October 1989 // *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.* 5. P. 44–54.
- Meyer B., Fuentes V., Guerra C., Schmidt K., Atkinson A., Spahic S., Cisewski B., Freier U., Olariaga A., Bathmann U. 2009. Physiology, Growth, and Development of Larval Krill *Euphausia superba* in Autumn and Winter in the Lazarev Sea, Antarctica // *Limnol. Oceanogr.* 54 (5). P. 1595–1614.
- Mujica A., Asencio V. 1983. Distribution and Abundance of Krill Larvae (*Euphausia superba* Dana) On the Biology of Krill *Euphausia superba* // *Proceedings of the Seminar and Report of the Krill Ecology Group*. Bremerhaven. P. 21–30.
- Nordhausen W. 1994. Winter Abundance and Distribution of *Euphausia superba*, *E. crystallorophias*, and *Thysanoessa macrura* in Gerlache Strait and Crystal Sound, Antarctica // *Marine Ecology Progress Series*. 109. P. 131–142.
- Pakhomov E., Atkinson A., Meyer B., Oettl B., Bathmann U. 2004. Daily Rations and Growth of Larval Krill *Euphausia superba* in the Eastern Bellingshausen Sea during Austral Autumn // *Deep-Sea Research II*. 51. P. 2185–2198.
- Siegel V. 1989. Winter and Spring Distribution and Status of the Krill Stock in Antarctic Peninsula Waters // *Arch. Fisch. Wiss.* 1. P. 45–72.
- Siegel V., Loeb V. 1995. Recruitment of Antarctic Krill *Euphausia superba* and Possible Causes for Its Variability // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 123. P. 45–56.
- Siegel V. 2000. Krill (Euphausiacea) Life History and Aspects of Population Dynamics // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57 (Suppl. 3). P. 130–150.
- Turner J., Colwell S., Marshall G., Lachlan-Cope T., Carleton A., Jones P., Lagun V., Reid F., Iagovkina S. 2005. Antarctic Climate during the Last 50 Years // *Int. J. Climatol.* 25. P. 279–294.
- Witek Z., Kittel W. 1985. Larvae of the Species of the Genus *Euphausia* (Euphausiacea, Crustacea) in the Southern Part of Drake Passage and the Bransfield Strait during the BIOMASS-SIBEX (December 1983 — January 1984) // *Pol. Polar Res.* 6 (1–2). P. 117–132.

Поступила в редакцию 18.03.14 г.  
Принята после рецензии 24.03.14 г.

## Distribution and Age Structure of Euphausiids Larvae at the Western Antarctic Peninsula (Subarea 48.1)

D. Sologub

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO, Moscow)

Euphausiids (Euphausiacea) are the key species in the trophic structure of ecosystems of the Southern Ocean. The data on the distribution and age structure of Euphausiids larvae were collected during R/V «Polarstern» expedition in January 2011 in the West Antarctic Peninsula region. Three types of distribution were found out among the four Euphausiids species: offshore (*T. macrura* and *E. frigida*), inshore (*E. crystallorophias*) and distribution at the shelf slope (*E. superba*). The densities of *E. superba* larvae in 2011 were higher than the results of previous studies in the 70's and 80's. This indicates a high recruitment rates in spite of rapid climatic changes in the Antarctic Peninsula region.

**Key words:** Euphausiids, Antarctica, Antarctic krill, distribution, age structure.