

СТРУКТУРА ВОД И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРИЛЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ И ВОСТОЧНОМ СЕКТОРАХ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АТЛАНТИКИ ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЙ АТЛАНТНИРО В 1970–2000 ГОДАХ

В.Н. Шнар, С.М. Касаткина

*ФГБНУ «АтлантНИРО», г. Калининград
shnar@atlantniro.ru, ks@atlantniro.ru*

Шнар В.Н., Касаткина С.М. Структура вод и распределение криля в центральном и восточном секторах Антарктической части Атлантики по данным исследований АтлантНИРО в 1970–2000 годах // Труды АтлантНИРО. 2018. Том 2, № 2. Калининград: АтлантНИРО. С. 102–111.

Обобщены материалы 18 экспедиций, выполненных АтлантНИРО в 1970–2000 гг. в центральном и восточном секторах Антарктической части Атлантики (АЧА) или, по терминологии Конвенции по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ) – подрайоны 48.4 и 48.6, которые являются самостоятельными статистическими единицами в рамках Района 48. Они наименее изучены, поскольку здесь не проводился крупномасштабный промысел криля. Суммарный вылов криля в этих подрайонах в 1970–2017 гг. судами СССР/России составил 1106 т и Японии – 308 т. В последние годы наметился медленный, но неуклонный рост мирового вылова криля. Он происходит в рамках ужесточающейся политики АНТКОМ по управлению ресурсами в зоне Конвенции, включая пространственное «квотирование» допустимого вылова криля и связанное с этим ограничение возможностей работы промыслового флота на наиболее продуктивных участках в подрайонах 48.1–48.3, где расположены основные участки современного промысла криля. В подрайонах 48.4 и 48.6 также происходят крупномасштабные процессы, определяющие распределение криля в пределах всего Района 48. Выполнен анализ распределения криля во взаимосвязи со структурой и динамикой водных масс в подрайонах 48.4 и 48.6. Были использованы данные 833 гидрологических станций и 628 тралений. Промысловые концентрации криля (более 0,5 т за час траления) были отмечены в районах Южных Сандвичевых островов, о. Буве, подводной возвышенности Мод, южной части моря Лазарева и прибрежной части Антарктического материка. В этих районах выделены основные черты структуры и динамики вод, влияющие на формирование промысловых агрегаций криля. Полученные результаты в совокупности с литературными данными об океанографических условиях, распределении и численности антарктического криля в центральном и восточном секторах АЧА могут представлять интерес для освоения новых районов промысла. Эти данные будут способствовать пониманию закономерностей распределения криля, поиску новых районов его промысла и оптимизации мер по управлению его ресурсами как в АЧА, так и в пределах всего Района 48.

Ключевые слова: антарктический криль, динамика и структура водных масс, распределение, промысел, подрайоны 48.4 и 48.6 АНТКОМ

Shnar V.N., Kasatkina S.M. Water structure and distribution of krill in the central and eastern sectors of the Atlantic Antarctic according to research data obtained by AtlantNIRO in 1970–2000 // Trudy AtlantNIRO. 2018. Vol. 2, № 2. Kaliningrad: AtlantNIRO. P. 102–111.

The materials of 18 expeditions carried out by AtlantNIRO in 1970–2000 in the central and eastern sectors of the Atlantic Antarctic (AA) or, according to the terminology of the Convention for conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) – subareas 48.4 and 48.6 – which are autonomous statistical units within Area 48 are summarized. They are the least studied because there was no large-scale krill fishing carried out there. In 1970–2017 the total krill catch obtained by USSR / Russian vessels in these subareas made up 1106 t and by Japanese vessels - 308 t. In recent years, there has been a slow but steady increase in the world catch of krill. It takes place within the framework of the CCAMLR's tightening resource management policy in the Convention Area, including the spatial «quoting» of the allowable krill catch and the associated limitation of the fishing fleet capacity in the most productive areas of Subareas 48.1-48.3, where the main areas of the current krill fishery are located. In subareas 48.4 and 48.6, large-scale processes also occur that determine the krill distribution within the entire Area 48. An analysis of the krill distribution in relation to the structure and dynamics of water masses in Subareas 48.4 and 48.6 has been performed. Data obtained from 833 hydrological stations and 628 trawls were used. Commercial concentrations of krill (more than 0.5 t per hour of trawling) were observed in the areas of the South Sandwich Islands, Bouvet Island, Maud Seamount, the southern part of the Lazarev Sea and the coastal part of the Antarctic continent. In these areas, the main features of the structure and dynamics of water that affect the formation of commercial krill concentrations are highlighted. The results obtained in conjunction with the literature data on oceanographic conditions, distribution and abundance of Antarctic krill in the central and eastern sectors of AA may be of interest for development of new fishing areas. These data will contribute to the understanding of the distribution patterns of krill, scouting new areas for its fishery and optimization of measures to manage its resources both in AA and within the entire Area 48.

Key words: Antarctic krill, dynamics and structure of water masses, distribution, fishery, Subareas 48.4 and 48.6

Введение

Центральный и восточный сектора Антарктической части Атлантики (АЧА) расположены в зоне действия Конвенции по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ). По терминологии АНТКОМ они обозначаются как подрайоны 48.4 и 48.6 и являются самостоятельными статистическими единицами в рамках Района 48. На сегодняшний день они слабо обеспечены доступной экологической информацией. В значительной степени это обусловлено удаленностью этих подрайонов. Здесь никогда не было крупномасштабного промысла криля. Суда России и Японии вели только эпизодический экспериментальный промысел в 1970 –1993 гг. и их общий вылов криля составил:

- подрайон 48.4 – 80 т (вылов СССР – 50 т);
- подрайон 48.6 – 1334 т (вылов СССР – 1056 т).

В последние годы наметился интерес к поисковому обследованию как подходу к освоению новых районов промысла криля. Это, по-видимому, обусловлено медленным, но неуклонным ростом общего вылова криля, с одной стороны, и мероприятиями АНТКОМ, направленными на пространственное квотирование вылова криля в море Скоттия (подрайоны 48.1-48.3), ведущее к ограничению его промысла в прибрежных наиболее биопродуктивных зонах – с другой. Центральный и восточный сектора АЧА могут в перспективе служить одним из возможных направлений развития поисковых промыслов криля в зоне Конвенции. На промысловый сезон 2009/2010 гг. подрайон 48.6 был определен для поискового промысла Норвегии, чему предшествовала акустическая съемка, выполненная здесь норвежским судном [Skaret et al., 2009].

Обобщение доступной экологической и промысловой информации, полученной в подрайонах 48.4 и 48.6, будет способствовать пониманию распределения криля и выработке мер по управлению его запасами в Районе 48. В данной работе рассматриваются особенности динамики вод и распределения криля в подрайонах 48.4 и 48.6 по данным советских/российских экспедиций.

Материал

В работе использованы данные 18 рейсов, выполненных АтлантНИРО в 1968–2000 гг. в центральной и восточной частях Района 48, включая акустические съемки, океанографические и биологические наблюдения. Всего в этих рейсах было выполнено 833 гидрологические станции и 628 тралений (рис. 1). Температура воды в 1960–1980 гг. определялась глубоководными термометрами (точность 0,01°C), а отбор проб для определения гидрохимических параметров воды осуществлялся с помощью батометров Нансена. С 1990 г. использовались CTD-зонды (термосолезонды) типа MARK III (Neil Braun), SBE-19 (Sea-Bird Electronics), Micro-CTD-3 (FSI), предназначенные для непрерывного вертикального зондирования толщи воды и удовлетворяющие современным требованиям к измерению гидрофизических параметров морской воды. Соленость морской воды (в случаях, когда не использовался CTD-зонд или существовала необходимость провести контрольные параллельные наблюдения) определялась электросолемером австралийского производства образца 1982 г. модель 601-МК-III, с точностью 0,001‰.

Фронтальная зона между течением вод круговорота Уэдделла (далее КУ) и Антарктическим циркумполярным течением была выделена по максимальной температуре в промежуточном слое (400–600 м) теплых вод.

Траления выполнялись исследовательским тралом Айзекса-Кидда в модификации Самышева-Асеева и пелагическими промысловыми тралами (РТ/ТМ 70/300, РТ/ТМ 66/336, РТ/ТМ 72/308). Уловистость таких промысловых тралов не превышала 0,1 [Kasatkina, Latogyrsky, 1990; Кадильников, 2001]. Методика сбора и обработки данных представлена в работах [Федулов, Шнар, 1990; Sushin, Shulgovsky, 1999; Kasatkina, Shnar, 2009].

Результаты и обсуждение

В АчА основные черты структуры и динамики вод определяются взаимодействием двух циркуляционных систем климатического масштаба: Антарктического циркумполярного течения (АЦТ) и течения вод КУ. Между ними формируется хорошо выраженная фронтальная зона. Она хорошо прослеживается по распределению температуры теплых глубинных вод в слое 400–600 м [Федулов, Шнар, 1990]. Значения горизонтальных градиентов температуры в этом слое изменяются в интервале 0,2–0,8°/100 км, а ширина зоны может колебаться от 40 до 80 миль. Ее положение на стыке вод КУ и АЦТ было исследовано в следующих работах [Whitworth, Nowlin, 1987; Bagriantsev et al., 1989]. Это так называемая вторичная фронтальная зона Антарктики (ВФЗА), которая разделяет воды высокоширотной модификации и воды южной периферии АЦТ [Масленников, 2003]. Американские ученые назвали ее фронтом южной границы АЦТ [Orsi et al., 1995]. Поскольку эта градиентная зона отмечается по всему периметру КУ, то для АчА ее предложено было назвать фронтальной зоной круговорота Уэдделла (ФЗКУ) [Федулов, Шнар, 1990]. Зафиксирована восточная граница КУ, которая в период зимней съемки 1982 г. проходила по 20–21° в.д. [Федулов, 1986].

Центральный и восточный районы АчА изучены не так хорошо, как ее западный район. Однако доступные литературные данные и результаты экспедиций АтлантНИРО позволяют говорить о том, что в пределах всего циклонического КУ воды сохраняют свои специфические свойства и всегда могут быть отличимы от вод, лежащих за его пределами

[Федулов, Шнар, 1990]. В пределах КУ в слое 200–1000 м температура не превышает 0,2–0,4°C и соленость – 36,65–34,70‰. За его пределами располагаются более теплые воды южной периферии АЦТ с максимальной температурой в слое теплых глубинных вод более 1,8°C. Обобщенное представление о циркуляции вод и положении ФЗКУ представлено на рис. 2.

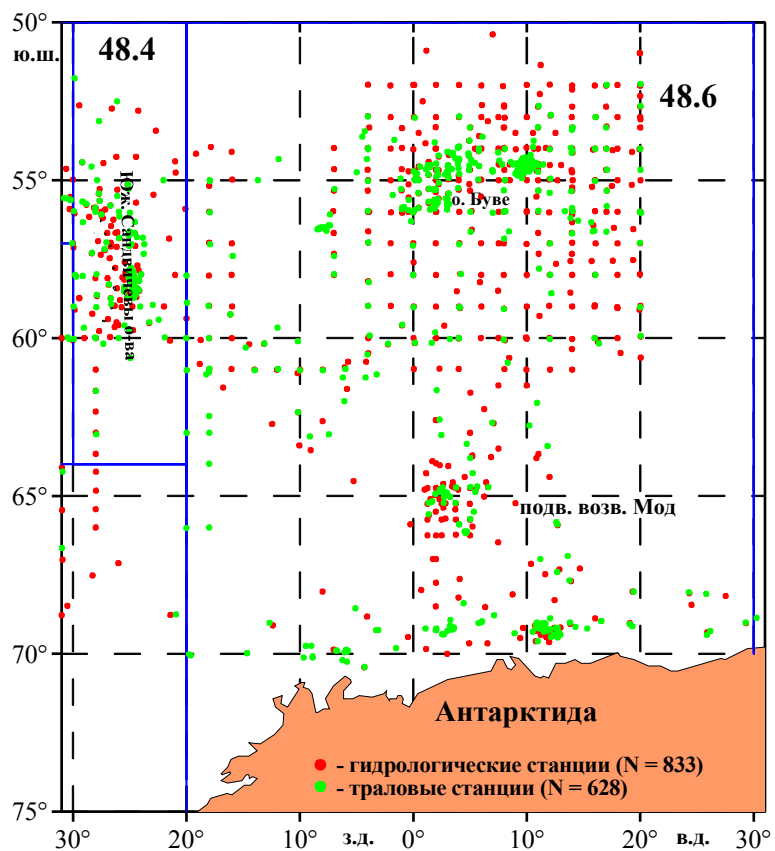


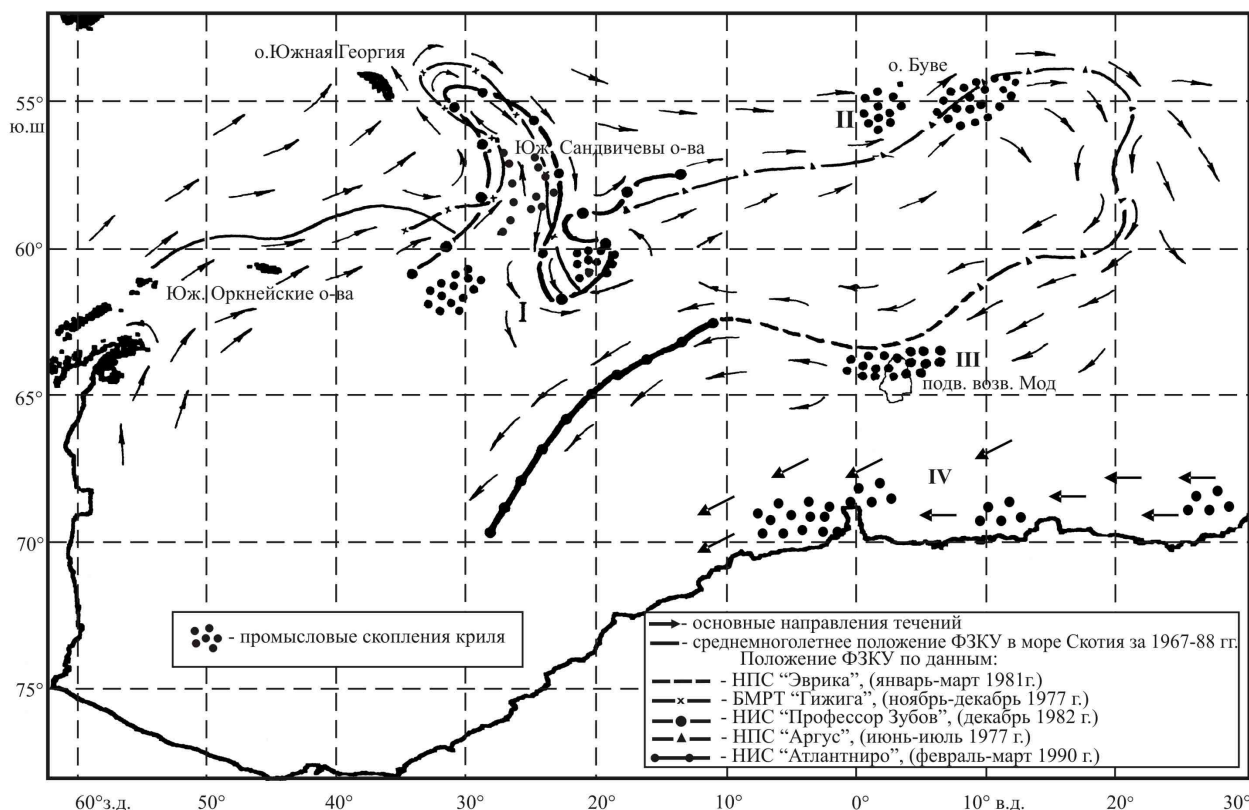
Рис. 1. Схема гидрологических и траловых станций, выполненных на судах АтлантНИРО в 1968–2000 гг.
 Fig.1. Scheme of hydrological and trawl stations carried out onboard the vessels of AtlantNIRO in 1968–2000

Рис. 2. Положение фронтальной зоны КУ и промысловые участки в центральном и восточном секторах АЧА:
 I – Южные Сандвичевы острова, II – о. Буве, III — подводная возвышенность Мод, IV – южный подрайон
 Fig.2. Location of the Weddell Gyre frontal zone and fishing areas of the central and eastern sectors of AA: I –
 the South Sandwich Islands, II – Bouvet Island, III — Maud Seamount, IV – southern subarea

Особенность центральной части КУ – «языкообразное» распространение холодных уэдделломорских вод на север, северо-запад вдоль дуги Южных Сандвичевых островов и далее вдоль материкового склона северо-восточнее о. Южная Георгия. Изменчивость выноса холодных вод моря Уэдделла вдоль дуги Южных Сандвичевых островов оказывает существенное влияние на формирование скоплений антарктического криля в подрайонах о. Южная Георгия и Южных Сандвичевых островов [Федулов, Яковлев, 1986; Kasatkina, Shnar, 2009]. К востоку от Южных Сандвичевых островов в районе 20° з.д. северная граница ФЗКУ также подвержена значительной изменчивости и может опускаться к югу до 61–62° ю.ш. Далее, на восток фронтальная зона КУ проходит южнее о. Буве и примерно на 20–22° в.д. поворачивает на юг до 60° ю.ш. На карте динамической топографии, построенной относительно 2000 дб в восточной части КУ, поворот течения к югу происходит в более широком диапазоне между 15 и 30° в.д. [Гурецкий и др., 1990]. Инструментальные наблюдения на буйковой станции в точке 55° ю.ш. и 20° в.д. в течение 50 суток также фиксировали устойчивое течение южного направления [Саруханян, 1980].

По сравнению с другими участками южная периферия КУ слабо обеспечена глубоководными гидрологическими наблюдениями. Однако по данным отдельных гидрологических съемок можно с уверенностью сказать, что его фронтальная зона на юге, по крайней мере до 20° з.д., выражена достаточно отчетливо. Так, по данным зимней съемки 1982 г., выполненной в восточной части Атлантического сектора Антарктики, поворот ФЗКУ к западу осуществляется по 20° в.д. примерно на 60° ю.ш. и далее она проходит севернее подводной возвышенности Мод (5° в.д.) (рис. 2).

Анализ TS-кривых показал отсутствие адвекции вод моря Уэдделла в район подвод-



ной возвышенности Мод и далее на юг в море Лазарева. Температура теплого глубинного слоя в районе Мод составляет около 0,9°C, т.е. заметно выше, чем в водах КУ, где температура этого слоя меньше 0,5°C. Относительно теплые воды распространяются к западу и

юго-западу от подводной возвышенности Мод, вероятно до 20° з.д. Этот район совпадает со средним положением полыньи Уэдделла [Гордон, Камизо, 1988], т. е. полынья Уэдделла находится вне круговорота, между южной фронтальной зоной КУ и Антарктическим прибрежным течением. Поток теплых вод юго-западного и западного направлений вдоль южной границы КУ еще называют теплым противотечением Уэдделла [Багрянцев, Саруханян, 1984]. Таким образом, через район подводной возвышенности осуществляется перенос теплых глубинных вод в южные и юго-западные области Антарктической части Атлантики.

Данные, полученные на квазимеридиональных разрезах по 18° и 20° з.д., которые были выполнены на ТСМ «АтлантНИРО» (март 1990 г.), позволили определить положение фронтальной зоны в южной части КУ. По-видимому, на $18\text{--}20^\circ$ з.д. за южную границу ФЗКУ можно принять параллель $64^\circ 30'$ ю.ш. Южнее температура глубинных вод составляла $0,6\text{--}0,8^\circ\text{C}$, что на $0,2\text{--}0,3^\circ\text{C}$ теплее, чем в водах КУ (рис. 3).

Западнее 20° з.д. положение южной границы фронтальной зоны КУ можно оценить лишь предположительно. Южнее $64^\circ 30'$ ю.ш. вплоть до Антарктического прибрежного течения воды на промежуточных глубинах везде теплее, чем в круговороте Уэдделла. Так, непосредственно вблизи него максимальная температура в слое теплых глубинных вод превышает $1,0^\circ\text{C}$.

В пределах всего КУ можно выделить две области: западную, включающую вынос уэдделломорских вод в северо-восточные районы моря Скоттия вдоль дуги Южных Сандвичевых островов, и восточную, охватывающую центральные и восточные районы АЧА. Граница между этими областями находится примерно на участке $15\text{--}20^\circ$ з.д., где южный и северный участки фронтальной зоны КУ подходят друг к другу наиболее близко (рис. 2). Можно предположить, что при определенных динамических условиях (в значительной степени это зависит от интенсивности АЦТ) могут формироваться циклонические циркуляции внутреннего масштаба: западная и восточная. При такой ситуации циркуляция и дрейф антарктического криля в круговороте могут происходить по схеме «большого и малого кольца» [Масленников, Солянкин, 1980].

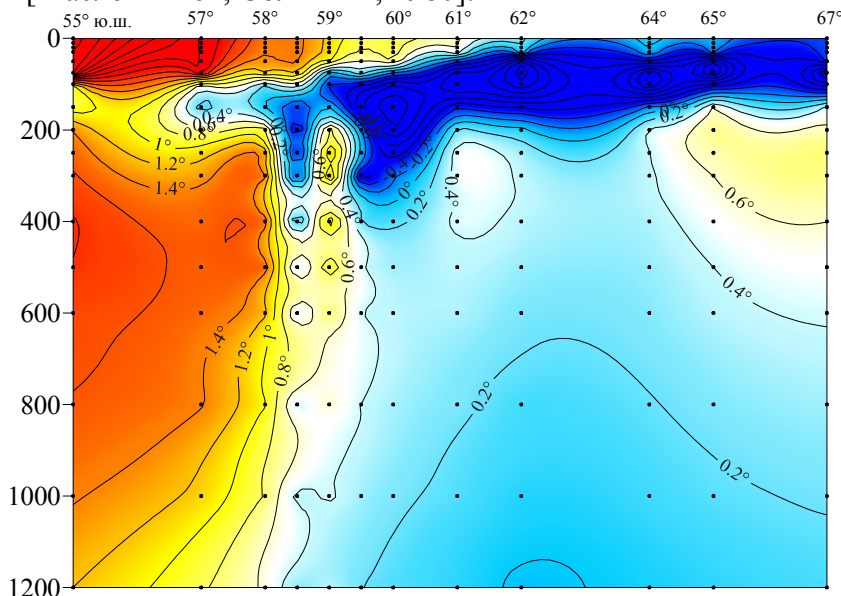


Рис. 3. Распределение температуры в марте 1990 г. на разрезе по 18° з.д.
[по: Федулов, Шнар, 1990]

Fig.3. Temperature distribution in March 1990 on the section across 18° W
[according to: Fedulov, Shnar, 1990]

По данным исследований АтлантНИРО, в центральном и восточном секторах АЧА промысловые концентрации криля (более 0,5 т за час траления) были отмечены в

следующих подрайонах: I – Южные Сандвичевы острова, II – о. Буве, III – подводной возвышенности Мод, IV – южный (прибрежный) (табл. 1).

Таблица 1

**Уловы (т/ час траления) на промысловых участках в восточном секторе АЧА
(пелагический трал РТ/ТМ 70/300)**
**Catches (t/hour of trawling) in the fishing areas in the eastern sector of AA
[pelagic trawl RT/TM 70/300]**

Подрайон	Кол-во тралений	Уловы, т/час	
		максимум	среднее
I – Южные Сандвичевы острова	99	9,0	4,2 (CV=50%)
II – о. Буве (II)	93	8,0	1,1 (CV=35%)
III – Подводная возвышенность Мод	34	3,6	1,0 (CV=40%)
IV – южный (прибрежный)	117	18,4	3,1 (CV=60%)

I. Подрайон Южных Сандвичевых островов расположен от 60 до 65° ю.ш. между 20°00'–33°20' з.д., где южный и северный участки фронтальной зоны КУ наиболее близко подходят друг к другу. Особенно хорошо это прослеживается к востоку от Южных Сандвичевых островов, где воды АЦТ проникают далеко на юг в воды моря Уэдделла (рис. 2). Промысловые концентрации криля в центральном подрайоне наблюдались в слое 0–150 м и были приурочены к участкам различных вихревых образований вблизи ФЗКУ, где уловы за час траления составляли от 3 до 9 т (рис. 4). Суточный вылов достигал 80 т, размеры криля составляли 38–40 мм.

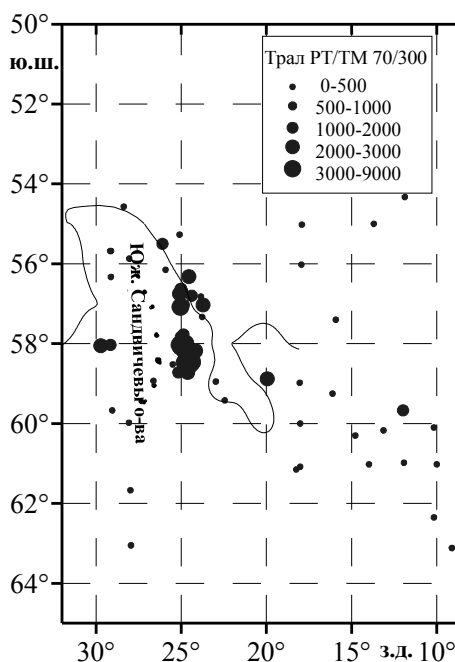


Рис. 4. Положение фронтальной зоны КУ (СТМ «Атлантниро», март-апрель 1990 г.) и распределение уловов криля (кг/час траления) по данным промысловых тралений
Fig. 4 Location of the Weddell Gyre frontal zone (research vessel «Atlantniro», March-April 1990) and distribution of krill catches (kg/hour of trawling) based on the data obtained during the fishing trawls

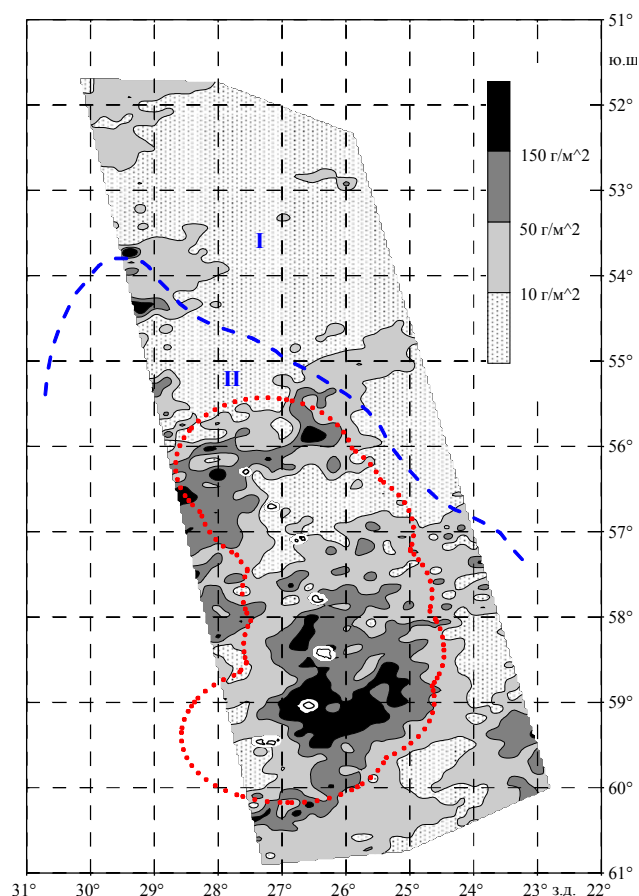


Рис. 5. Распределение плотности криля в подрайоне Южных Сандвичевых островов, январь-февраль 2000 г. I – воды Антарктического циркумполярного течения; II – воды круговорота моря Уэдделла. Акватория полигона прибрежного SSMU показана красным, положение ФЗКУ – синим цветом

Fig.5. Distribution of krill density in the subarea of the South Sandwich Islands, January-February 2000 I – water of the Antarctic circumpolar current; II – gyre water of the Weddell Sea. Fishing water area of the coastal SSMU is shown in red, location of the Weddell Gyre frontal zone – in blue

Акустические наблюдения и съемки, выполненные на акватории вокруг Южных Сандвичевых островов, показали наличие промысловых концентраций криля. Плотности биомассы на потенциальных участках промысла в среднем составляли более 50 г/м^2 , а на локальных участках – более 150 г/м^2 (рис. 5). Эти параметры сопоставимы с таковыми на традиционных участках промысла в западном секторе АЧА (подрайоны 48.1–48.3).

По данным съемки АНТКОМ (Krill Synoptic Survey, KSS-2000), на участках с плотностью более 50 г/м^2 было сосредоточено почти 60% общей биомассы криля, зарегистрированной в подрайоне 48.4 [Kasatkina et al., 2002]. Такая локализация промысловых биомасс делает их практически значимыми для промыслового флота.

II. Подрайон о. Буве характеризуется значительной пространственно-временной изменчивостью циркуляции вод. Меандры и круговороты, где происходило образование промысловых скоплений криля, были приурочены к ФЗКУ (рис. 6). Наилучшая промысловая обстановка, как правило, складывалась в теплый (декабрь-апрель) для Южного полушария период года. В это время происходит интенсивное меандрирование фронтальной зоны и формирование различных вихревых образований, благоприятных для концентрации криля. Так, в январе 1981 г. промысловые скопления криля, уловы которого в среднем составляли 1 т за час траления, облавливались восточнее о. Буве между $8^{\circ}30'$ – $11^{\circ}30'$ в.д. (табл. 1). Максимальные концентрации располагались в квазистационарных вихревых зонах по периферии как циклонических, так и антициклонических круговоротов.

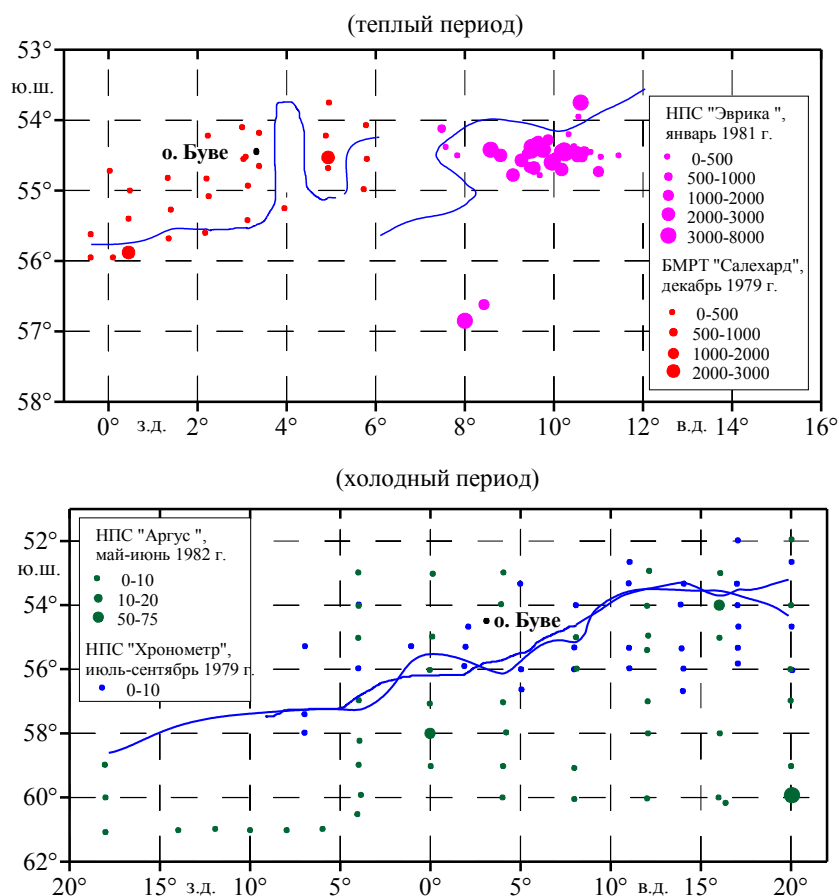


Рис. 6. Положение ФЗКУ и распределение криля (кг/час траления) по данным промысловых ловов тралом РТ/ТМ 70/300 (теплый период) и тралом Айзекса-Кидда (холодный период).
 Fig.6. Location of the Weddell Gyre frontal zone and distribution of krill (kg/hour of trawling) based on the data of commercial catch obtained by trawl РТ/ТМ 70/300 (warm period) and by Isaacs-Kidd trawl (cold period)

В зимний период (июнь-июль 1982 г.) ФЗКУ сместилась к югу и хорошо выраженных вихревых образований не отмечалось. Такая динамическая ситуация отрицательно сказывалась на формировании промысловых скоплений. На тралово-акустических съемках подрайона о. Буве, выполненных в холодный период года на НИС «Аргус» (июнь-июль) и НПС «Хронометр» (август-сентябрь), промысловых скоплений криля не было (рис. 6). По-видимому, в это время благоприятные динамические условия для формирования промысловых концентраций криля в подрайоне о. Буве отсутствовали.

III. Подводная возвышенность Мод расположена к югу от ФЗКУ (рис. 1). Промысловые концентрации криля в этом подрайоне не отличались стабильностью и зависели от путей поступления рачков. Наиболее благоприятные условия отмечены при течениях северного и северо-восточного направлений. В этом случае формирование скоплений криля происходило по периферийным зонам антициклонических круговоротов, где максимальный улов за час траления составлял 3,6 т. При течениях южного и юго-западного направлений промысловых скоплений не наблюдалось.

IV. Южный (прибрежный) подрайон находится у побережья Антарктиды вне зоны КУ. Он расположен в зоне Антарктического прибрежного течения (АПТ), по северной периферии которого в вихревых зонах формировались промысловые скопления криля. Расчлененность рельефа дна на прибрежном шельфе также способствует образованию различных вихревых структур, благоприятных для концентрации криля.

Выводы

Получены данные по характеристике океанографических условий, распределению и численности антарктического криля в центральном и восточном секторах АчА. В наших исследованиях 1970–2000 гг. облов скоплений криля выполнялся промысловым пелагическим тралом (РТ/ТМ 70/300), являющимся типовой конструкцией тралов, используемых на промысле криля судами СССР/России. Эти тралы, имеющие высокие экологические характеристики, обладали невысокой уловистостью (не выше 0,1). Поэтому наши уловы могут быть существенно заниженными, по сравнению с таковыми при использовании других конструкций тралов, и особенно современных мелкочейных.

Доступные на сегодняшний день данные по распределению криля в подрайонах 48.4 и 48.6 не позволяют в полной мере проследить пространственно-временную динамику формирования потенциальных участков промысла и судить о величинах биомасс криля, сосредотачиваемых здесь. Однако в период наших наблюдений в этих подрайонах на участках неоднородностей в поле течений были зарегистрированы зоны повышенной плотности криля, которые по характеристикам распределения биомасс вполне сопоставимы с традиционными участками промысла в подрайонах 48.1-48.3. Квазистационарный характер круговоротов и вихрей, к которым приурочены эти зоны, позволяет сделать вывод, что в подрайонах 48.4 и 48.6 существуют благоприятные океанографические условия для формирования промысловых участков криля, которые могут представлять практический интерес для освоения новых районов промысла.

Список литературы

- Багрянцев Н.В., Саруханян Э.И.* Польшья Уэдделла как следствие гидрофизических процессов в круговороте Уэдделла // Тр. ИОАН СССР, 1984. Т. 276, № 5. С. 1238–1242.
- Гордон А., Камизо Д.* Польшья в Южном океане // В мире науки. 1988. № 8. С. 56–63.
- Гурецкий В.В., Данилов А.И., Малек В.Н.* Климатическая структура круговорота Уэдделла // Исследования Уэдделловского круговорота. Океанографические условия и особенности развития планктонных сообществ. Сб. науч. тр. ВНИРО, М.: ВНИРО 1990. С. 4–31.
- Кадильников Ю.В.* Вероятностно-статистическая теория рыболовных систем и технической доступности для них водных биологических ресурсов. Калининград: АтлантНИРО, 2001. 273 с.
- Масленников В.В.* Климатические колебания и морская экосистема Антарктики. М.: ВНИРО, 2003. 295 с.
- Масленников В.В., Солянкин Е.В.* Роль динамики вод в поддержании популяции *Euphausia superba* Dana моря Уэдделла // Океанология. 1980. Т. 20, вып. 2. С. 295–299.
- Саруханян Э. И.* Структура и изменчивость Антарктического циркумполярного течения. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 118 с.
- Федулов П. П.* Граница вод моря Уэдделла в восточной части Атлантического сектора Антарктики // Океанология. 1986. Т. 26, вып. 4. С. 6–59.
- Федулов П.П., Шнар В.Н.* Фронтальная зона и структура вод круговорота Уэдделла // Исследования Уэдделловского круговорота. Океанографические условия и особенности развития планктонных сообществ: Сб. науч. тр. ВНИРО. М.: ВНИРО, 1990. С. 31–48.
- Федулов П.П., Яковлев В.Н.* Аномалии гидрометеорологических условий в атлантическом секторе Южного океана // Рыб. хоз-во. 1986. № 2. С. 19–21.
- Bagriantsev N.V., Gordon A.L., Huber B.A.* Weddell Gyre: temperature maximum stratum // Journal of Geophysical Research, 1989. Vol. 94. P. 8331–8334.

Kasatkina S.M., Latogursky V.I. Characteristics of distribution of krill aggregations in fishing grounds off Coronation Island in 1989-1990 season // Selected Scientific Papers. SC-CAMLR, 1990. Hobart, Australia. P. 131–158.

Kasatkina S.M. [et al.]. Aggregation characteristics of Antarctic krill in the Scotia Sea during January-February 2000 / *Kasatkina S.M., Malyshko A., Bereginisky O., Snar V.* // CCAMLR, Science, 2002. Vol.9. P. 145–164.

Kasatkina S.M., Shnar V. Properties of krill distribution in pelagic and coastal SSMU of the South Orkney Islands Subarea according to the data of scientific observations and fishery // Document WGEMM-08/55. 2008. Hobart, Australia. 18 p.

Kasatkina S.M., Shnar V.N. Properties of water dynamics and krill distribution in the South Sandwich Islands Subarea // Document WG-EEM 09/44. CCAMLR, 2009. Hobart, Australia. 13 p.

Orsi A.H., Whitworth III.T., Nowlin Jr W.D. On the meridional extent and fronts of the Antarctic Circumpolar Current // Deep-Sea Res., 1995. Part 1. Vol. 42. P. 641–673.

Skaret G., Krafft B., Korneliussen R. Krill density estimates in CCAMLR Subarea 48.6 based on acoustic data collected during January–March 2008 // Document WG-EMM-09/45. CCAMLR, 2009. Hobart, Australia. 11 p.

Sushin V., Shulgovsky K. Krill distribution in the western Atlantic sector of the Southern Ocean during 1983/84; 1984/85 and 1987/88 based on the results of Soviet mesoscale surveys 11 conducted using an Assaks-Kidd midwater trawl // CCAMLR, Science, 1999. Vol. 6. P. 59–70.

Zimarev Yu., Kasatkina S.M., Frolov Yu.P. Midwater trawl catchability on krill exploitation and possible approaches to krill total exemption assessment // Selected Scientific Papers. SC-CAMLR-SSP/7, 1990. Hobart, Australia. P. 87–114.

Whitworth III.T., Nowlin Jr.W.D. Water masses and currents of the Southern Ocean at the Greenwich meridian.// J. Geophys. Res., 1987. Vol. 92. P. 6462–6476.