

**ОЦЕНКА ПЕРЕНОСА КРИЛЯ ТЕЧЕНИЕМ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР В  
УПРАВЛЕНИИ ЕГО ЗАПАСАМИ В МОРЕ СКОТИЯ****Введение**

Жизнедеятельность криля *Euphausia superba* как представителя антарктического планктона связана с океанографической структурой водных масс и ее изменчивостью. Именно они определяют основные закономерности его пространственного распределения [1, 10, 11, 20, 28]. Геострофический перенос криля вдоль «дуги Скотия» является неотъемлемой частью формирования распределения криля в море Скотия, где находятся традиционные районы его промысла [21, 29].

В последние годы придается особое внимание изучению характеристик переноса криля, что, прежде всего, связано с разработкой АНТКОМом новых процедур по управлению его запасами. Одной из ключевых задач является определение опций и схемы по локализации допустимого вылова криля в море Скотия, используя систему мелкомасштабных единиц управления, выделенных в Статистическом районе 48 [6].

Существует несколько схем по распределению допустимого вылова криля между единицами управления промыслом (SSMU), принимая во внимание на участке каждого SSMU статистику вылова, состояние запаса криля, состояние запаса зависимых хищников и их потребности в криле как кормовой базе [6]. Однако в настоящее время отсутствует необходимая информация для выбора конкретной схемы распределения допустимого вылова криля и, прежде всего, адекватная информация для количественной оценки факторов его переноса и накопления в пределах выделенных SSMU.

В данной работе мы приводим результаты оценки характеристик переноса криля в море Скотия, уделяя особое внимание полигонам, охватывающим традиционные участки промысла. Нами выделено три таких полигона: в подрайонах Остров Южная Георгия, Южные Оркнейские острова и Полуостров Антарктический, каждый из которых включает единицы управления промыслом, в пределах которых были получены наибольшие выловы за период 1973 – 2004 гг. Представленные нами оценки геострофической циркуляции водных масс и соответствующие им оценки вносимой/выносимой биомассы криля через границы выделенных полигонов были получены по данным многолетних (1962 – 2002) исследований АтлантНИРО в море Скотия.

**Материал и методика**

Мы рассматривали следующие 3 полигона (рис. 1):

– подрайон Полуостров Антарктический (48.1) – полигон, включающий 6 SSMU под номерами (2) – (7), соответственно: западная часть Антарктического полуострова (APW), западная часть пр. Дрейка (APDPW), восточная часть пр. Дрейка (APDPE), западная часть пр. Брансфилд (APBSW), восточная часть пр. Брансфилд (APBSE), о. Элефант (APEI);

– подрайон Южные Оркнейские острова (48.2) – полигон, включающий 3 SSMU под номерами (10) – (12), соответственно: западная часть Южных Оркней-

ских о-вов (SOW), северо-западная часть Южных Оркнейских о-вов (SONE), юго-западная часть Южных Оркнейских о-вов (SOSE);

– подрайоне Остров Южная Георгия (48.3) – полигон, включающий 2 SSMU под номерами (14), (15), соответственно: западная часть Южной Георгии (SGW), восточная часть Южной Георгии (SGE).

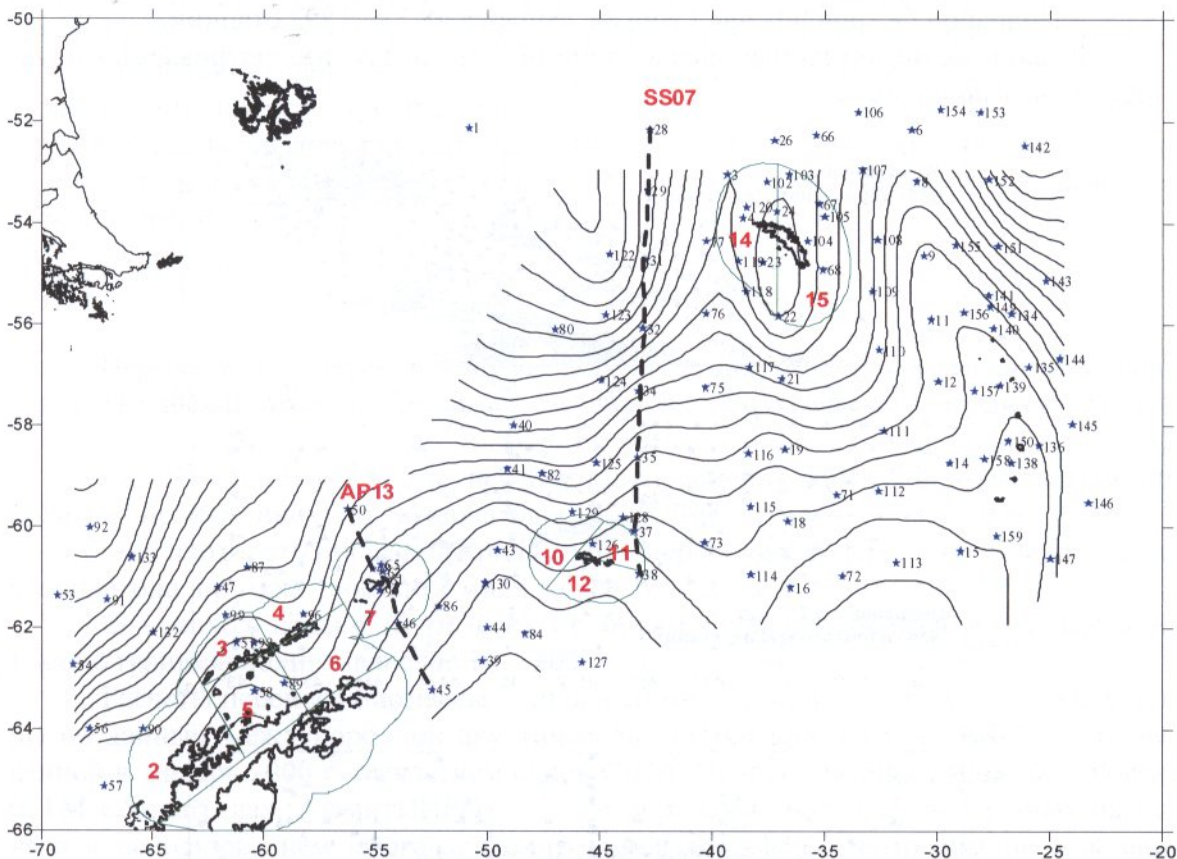


Рис. 1. Мелкомасштабные единицы управления (SSMU), установленные АНТКОМом в Статистическом районе 48 (море Скотия). Приведенная схема геострофической циркуляции водных масс построена по данным съемки SC-CAMLR-2000. Звездочками показано местоположение станций CTD, выполненных в процессе этой съемки

Подрайон Полуостров Антарктический (48.1): 2 – западная часть Антарктического полуострова (APW), 3 – западная часть пр. Дрейка (APDPW), 4 – восточная часть пр. Брансфилд (APDPE), 5 – западная часть пр. Брансфилд (APBSW), 6 – восточная часть пр. Брансфилд (APBSE), 7 – о. Элефант (APEI). Подрайон Южные Оркнейские острова (48.2): 10 – западная часть Южных Оркнейских островов (SOW), 11 – северо-западная часть Южных Оркнейские островов (SONE), 12 – юго-западная часть Южных оркнейских островов (SOSE). Подрайон Остров Южная Георгия (48.3): 14 – западная часть Южной Георгии (SGW), 15 – восточная часть Южной Георгии (SGE)

Fig. 1. Small-scale management units (SSMU) developed by CCAMLR for the Statistical area 48 (the Scotia Sea). The presented scheme of geostrophic water circulation is made basing data of the SC-CAMLR-2000 survey. Stars mean location of STD stations.

Antarctic peninsular sub-area (48.1): 2 – western part of the Antarctic peninsular (APW), 3 – western part of the Drake Strait (APDPW), 4 – eastern part of the Bransfield Strait (APDPE), 5 – western part of the Bransfield Strait (APBSW), 6 – eastern part of the Bransfield Strait (APBSE), 7 – Elephant Island (APEI). South Orkney Islands sub-area (48.2): 10 – western part of the South Orkney Islands (SOW), 11 – north-western part of the South Orkney Islands (SONE), 12 – south-western part of the South Orkney Islands (SOSE). South Georgia Island sub-area (48.3): 14 – western part of South Georgia (SGW), 15 – eastern part of South Georgia (SGE)

## Расчет скоростей течений

Для расчетов геострофической циркуляции в пределах выбранных полигонов мы использовали данные 3012 гидрологических станций (температура и соленость), выполненных в рейсах АтлантНИРО за период 1962 – 2002 гг.:

- Подрайон Полуостров Антарктический (Subarea 48.1) – 655 станций;
- Подрайон Острова Южные Оркнейские (Subarea 48.2) – 464 станции;
- Подрайон Остров Южная Георгия (Subarea 48.3) – 1893 станции.

Расположение указанных выше станций в пределах рассматриваемых полигонов показано на рис. 2.

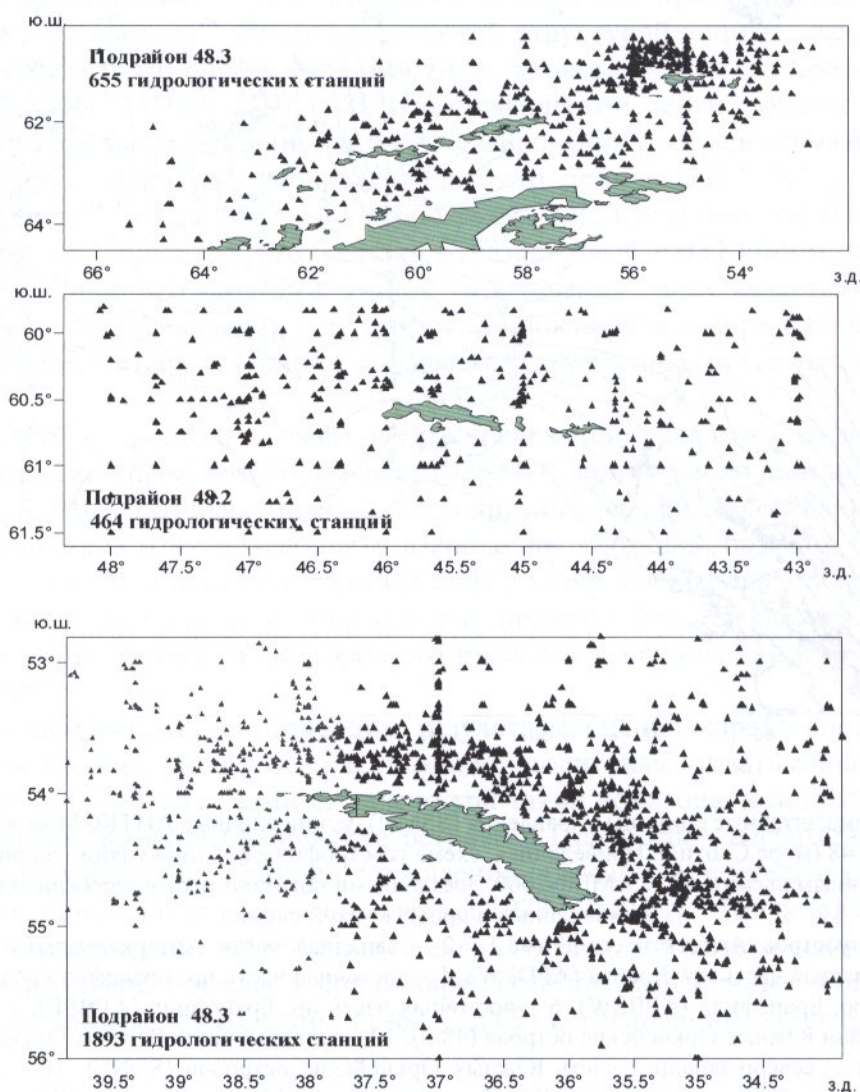


Рис.2. Местоположение станций CTD по данным исследований АтлантНИРО за период 1962 – 2002 гг.

Fig. 2. AtlantNIRO's data-based location of STD stations for 1962-2002

Температуру воды в 60 – 80-е годы определяли глубоководными термометрами (точность 0,01°), а отбор проб для определения гидрохимических параметров воды осуществляли с помощью батометров Нансена. С 1990 г. использовались приборы, предназначенные для непрерывного вертикального зондирования толщи воды и удовлетворяющие современным требованиям к измерению гидрофизических параметров морской воды: CTD-зонды (термосолезонды) типа MARK III (Neil Braun); SBE-19 (Sea-Bird Electronics); Micro-CTD-3 (FSI).

Соленость морской воды (в случаях, когда не использовался термосолезонд или существовала необходимость провести контрольные параллельные наблюдения) определяли электросолемером австралийского производства образца 1982 г. модель 601-МК-III, с точностью до 0,001%.

Расчет средних многолетних скоростей течений выполняли с использованием динамического (геострофического) метода (Сомов, 1937). Приведение динамических высот мелководных станций выполнялось по отношению к ближайшей глубоководной станции (Зубов и Мамаев, 1956). Расчеты производились от поверхности 1000 дб. В пределах каждого полигона выполнялся расчет средних геострофических скоростей в узлах регулярной сетки со сторонами 15' по широте и 30' по долготе, а затем определялись значения скоростей в генеральном направлении переноса. Оценка статистических характеристик скорости в генеральном направлении выполнялась бутстреп-методом [9].

### *Оценка переноса криля*

Перенос криля через границу каждого полигона рассматривался как пассивный перенос водным потоком и оценивался величиной геострофического переноса [12, 13]:

$$W_i = E_i \cdot \rho_i, \quad (1)$$

где  $W_i$  – биомасса криля, переносимая в секунду через  $i$ -й участок границы полигона протяженностью 1 миля в слое 10 – 200 м;

$\rho_i$  – плотность биомассы криля ( $\text{г}/\text{м}^3$ ), переносимой через  $i$ -й участок границы полигона протяженностью 1 миля в слое 10 – 200 м;

$E_i$  – расход воды в  $Sv$  ( $\text{м}^3/\text{сек}$ ), т.е. объем воды, проносимый в секунду через 1 милю границы полигона в слое 10 – 200 м.

Расчеты переноса биомассы криля в соответствии с алгоритмом (1) выполнены по данным международной акустической съемки криля CCAMLR-2000, проведенной в январь 2000 г. с участием судов США, Великобритании, Японии и России (СТМ «Атлантида», АтлантНИРО). Сбор и обработку акустических данных выполняли с использованием многочастотного метода видовой идентификации агрегаций криля, реализованного на базе эхолота ЕК-500 фирмы Симрад (рабочие частоты 38 кГц, 120 кГц и 200 кГц) и программного пакета Sonar Data EchoView. Нижняя граница указанного выше диапазона глубин (10 – 200 м) была выбрана как нижняя граница слоя, в пределах которого распределяется более 95% всей биомассы криля в море Скотия [5, 14, 16], а верхняя граница (10 м) соответствовала верхней границе диапазона интегрирования, определяемой осадкой судна, уровнем приповерхностных шумов в соответствии с утвержденными протоколами сбора акустических данных в процессе съемки CCAMLR-2000. Детальное описание процедур сбора и обработки акустических данных, а также данные калибровки эхолота ЕК-500 показаны в работах [7, 16].

## **Результаты**

### *Геострофическая циркуляция водных масс*

Выполненный анализ геострофической циркуляции показал ожидаемое доминирование переноса водных масс с запада на восток, ассоциируемого с Антарктическим Циркумполярным течением (АЦТ) (см. рис.1), что отвечает существующему представлению о путях дрейфа криля, в соответствии с которым криль выносятся с западной части Антарктического полуострова и является источником криля в районе о. Южная Георгия [8, 21].

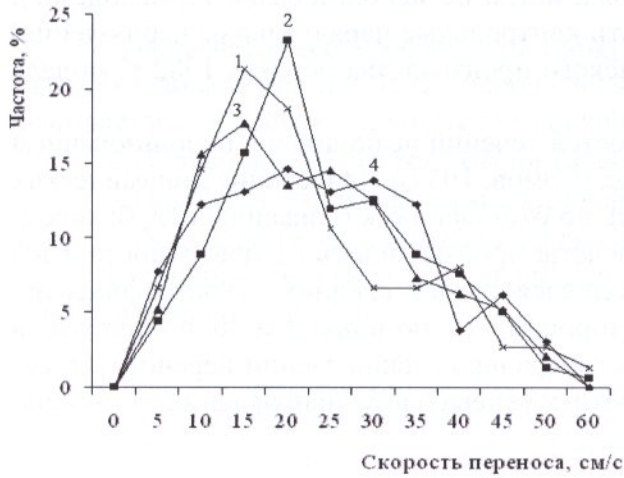
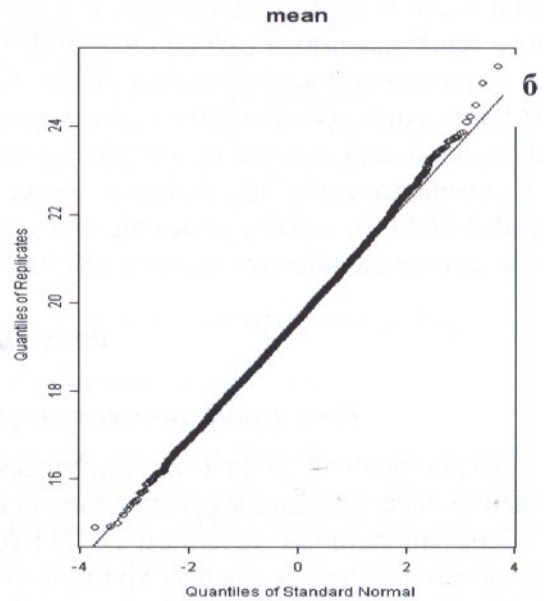
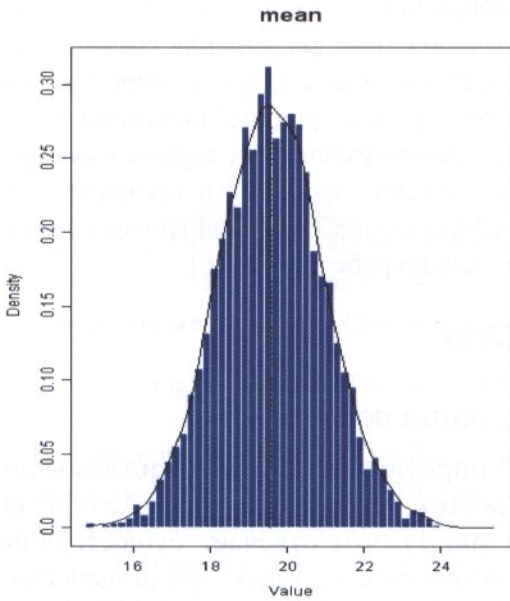
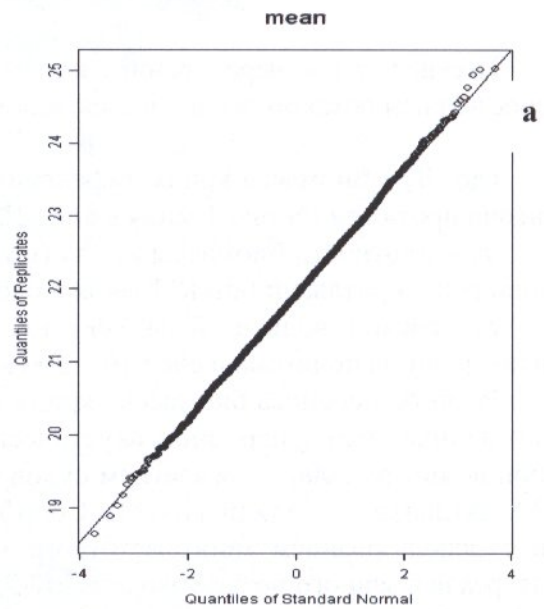
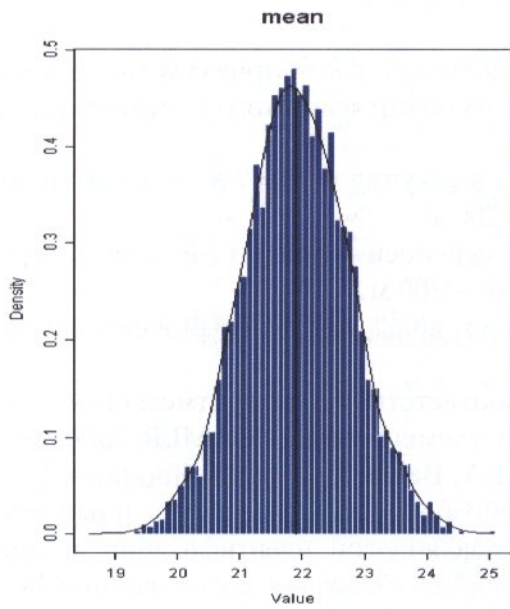


Рис.3. Гистограммы распределения значений геострофических скоростей переноса водных масс на рассматриваемых полигонах в море Скотия по данным наблюдений 1962 – 2002 гг.: 1 – подрайон Полуостров Антарктический; 2 – западная часть подрайона Остров Южная Георгия; 3 – подрайон Южные Оркнейские острова; 4 – восточная часть подрайона Остров Южная Георгия

Fig. 3. Histograms for distribution of the water transport geostrophic velocities in the surveyed fields of the Scotia Sea (data of the 1962-2002 observations): 1 – Antarctic peninsular sub-area; 2 – western part of the sub-area of South Georgia; 3 – the South Orkney Islands sub-area; 4 – eastern part of the sub-area of South Georgia Island



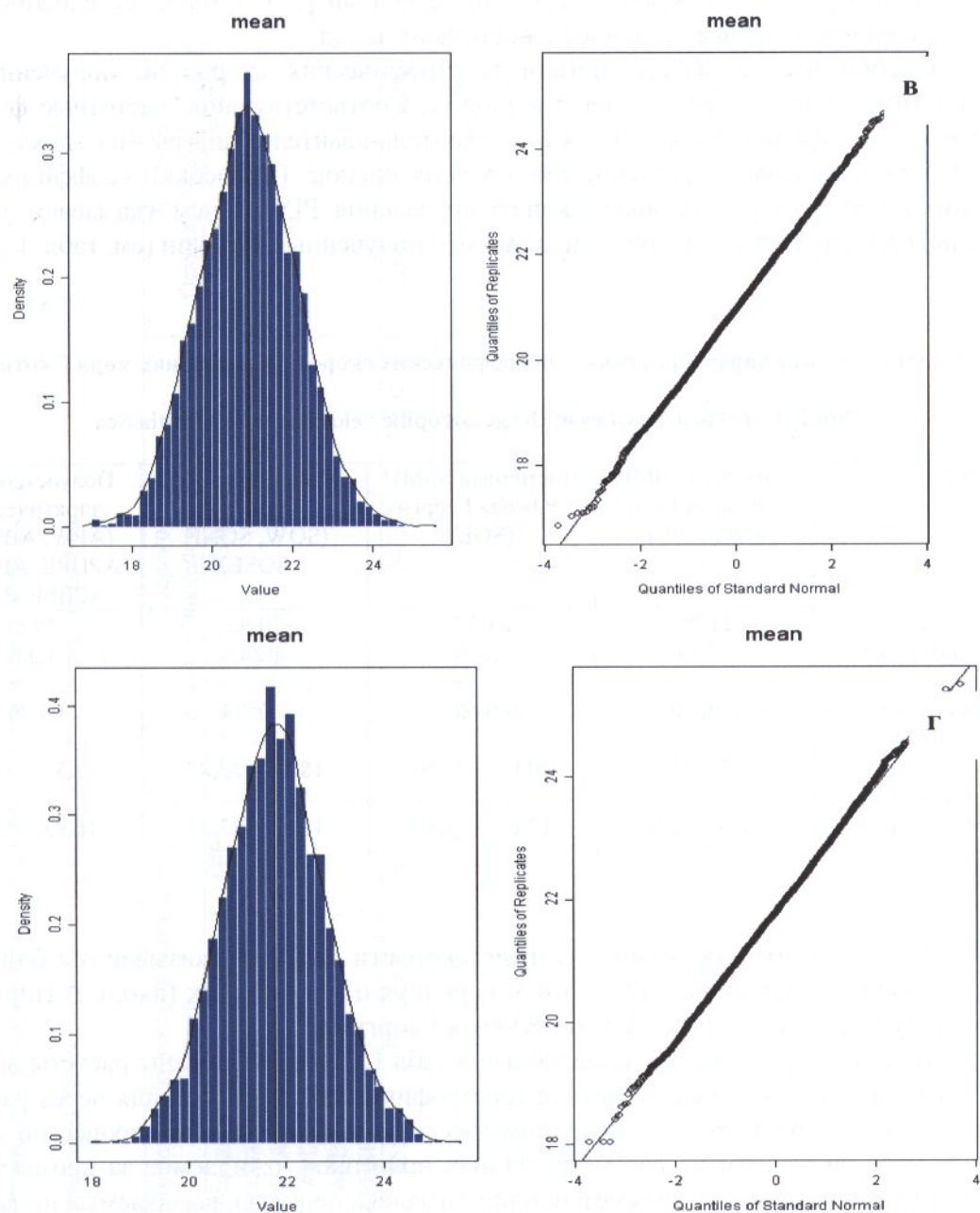


Рис. 4. Частотные функции распределения и  $q-q$  (квантель-квантель) средних скоростей геострофического дрейфа: а – для западной части подрайона Остров Южная Георгия; б – для восточной части подрайона Остров Южная Георгия; в – для подрайона Полуостров Антарктический; г – для подрайона Южные Оркнейские острова

Fig. 4. Distribution frequency functions and  $q-q$  (quantel-quantel) of the geostrophic drift average velocities: а – for the western part of South Georgia; б – for the eastern part of South Georgia; в – for the Antarctic peninsular; г – for the South Orkney Islands

По многолетним данным величины геострофических скоростей на поверхности в доминирующем направлении в пределах каждого из рассматриваемых полигонов изменялись в диапазоне от 5 до 58 см/с (рис.3). Отметим, что в подрайоне 48.3 оценка скорости переноса криля выполнялась отдельно для западного и восточного SSMU (SGW, SGE). Последнее связано с различным происхождением криля, приносимого к о. Южная Георгия различными водными массами: водами моря Уэдделла

на восточный участок и водами АЦТ – на западный [27], а также со сложившимся представлением о слабом переносе с востока на запад.

Статистические характеристики геострофических скоростей, полученные по многолетним данным, представлены в табл. 1. Соответствующие частотные функции распределения средних скоростей и  $q-q$  (квантель-квантель) диаграммы показаны на рис. 4. Статистические характеристики средних оценок (невысокий коэффициент вариации от 3 до 7 % и нормальный закон распределения PDFs, о чем указывают  $q-q$  диаграммы) свидетельствуют в пользу надежности полученных величин (см. табл. 1, рис.4).

Таблица 1

**Статистические характеристики геострофических скоростей в районах моря Скотия**

**Statistical characteristics of the geostrophic velocities in the Scotia Sea**

Параметр	Западный SSMU о. Южная Геор- гия (SGW)	Восточный SSMU о.Южная Георгия (SGE)	Южно-Оркнейс- кие о-ва (SOW, SONE. SOSE)	Полуостров Ан- тарктический (APW, APDPW, APDPE, APBSW, APBSE, APEI)
Среднее, см/сек	21,90	21,77	20,93	19,60
Стандартное от- клонение	0,855	1,059	1,201	1,378
Коэффициент ва- риации (CV)	0,0390	0,0486	0,0574	0,0703
Доверительный интервал (90%)	20,52 – 23,34	20,05 – 23,56	18,94 – 22,87	17,35 – 21,88
Доверительный интервал (95%)	20,20 – 23,61	19,67 – 23,90	18,62 – 23,31	16,93 – 22,41

Выявлено, что среднемноголетние скорости течений оказываются близкими между собой в подрайонах 48.1 – 48.3, варьируя от 19,6 см/сек (вдоль Антарктического полуострова) до 21,9 см/сек (о. Южная Георгия).

Используя данные, представленные в табл.1, были выполнены расчеты временных интервалов, за которые возможен геострофический перенос криля через рассматриваемые полигоны. В табл. 2 также показано возможное количество процессов смены водных масс на каждом из рассматриваемых полигонов, ожидаемое за промысловый сезон. В качестве промысловых сезонов принимались периоды, выявляемые по данным многолетней промысловой статистики: ноябрь – март в подрайоне 48.1; ноябрь – апрель в подрайоне 48.2; апрель – сентябрь в восточной части о. Южная Георгия и июнь – сентябрь в западной части о. Южная Георгия [11, 15, 18, 25, 26, 28, 29].

Согласно выполненным расчетам (см. табл. 2), можно ожидать, что за промысловый сезон полная смена водной массы на полигоне, охватывающем участки промысла в подрайоне Полуостров Антарктический, будет происходить не менее 2 – 3 раз. На участках промысла в подрайоне Южные Оркнейские острова смена водной массы возможна не менее 5 – 7 раз за промысловый сезон. При этом, смена водной массы в пределах акватории отдельных единиц управления SSMU будет происходить намного чаще, например на участке промысла в районе о. Элефант (APEI) полная смена водной массы может происходить не менее 13 раз за промысловый сезон.

Статистические характеристики переноса водных масс в море Скоттия  
 Statistical Characteristics of the water transport in the Scotia Sea

Параметры	Подрайон Полуостровов Антарктиче- ский			Подрайон Южные Оркнейские острова			Подрайон Остров Южная Георгия	
	весь полигон, включая APW, APDPW, APDPE, APBSW, APBSE, APEI	APW	APEI	весь полигон, включая SOW, SONE, SOSE	SOW	SOSE	SGW	SGE
Протяженность, км	855,0	318,0	190,0	574	241,0	335,0	268,0	446,0
<i>Период дрейфа через полигон, сутки</i>								
Среднее	50,7	19,0	11,0	31,8	13,3	18,5	11,2	18,6
Нижняя граница 95% довер. ин- тервала	44,2	16,5	9,8	28,5	12,0	20,8	10,3	16,6
Верхняя граница 95% довер. ин- тервала	58,5	22,0	13,0	35,7	15,0	16,6	2,0	20,1
<i>Количество полных смен водной массы на полигоне за промысло- вый сезон</i>								
Среднее	3	8,0	13,0	6	13,5	0,0	8,0	10,0
Нижняя граница 95% довер. ин- тервала	2,6	7,0	12,0	5,0-	12,0	9,0	7,5	9,0-
Верхняя граница 95% довер. ин- тервала	3,4	9,0	15,0	6,3	5,0	11,0	8,4	11,0



## Перенос криля

Распределение биомассы криля на рассматриваемых полигонах по данным съемки АНТКОМ-2004 показано на рис. 5 [16].

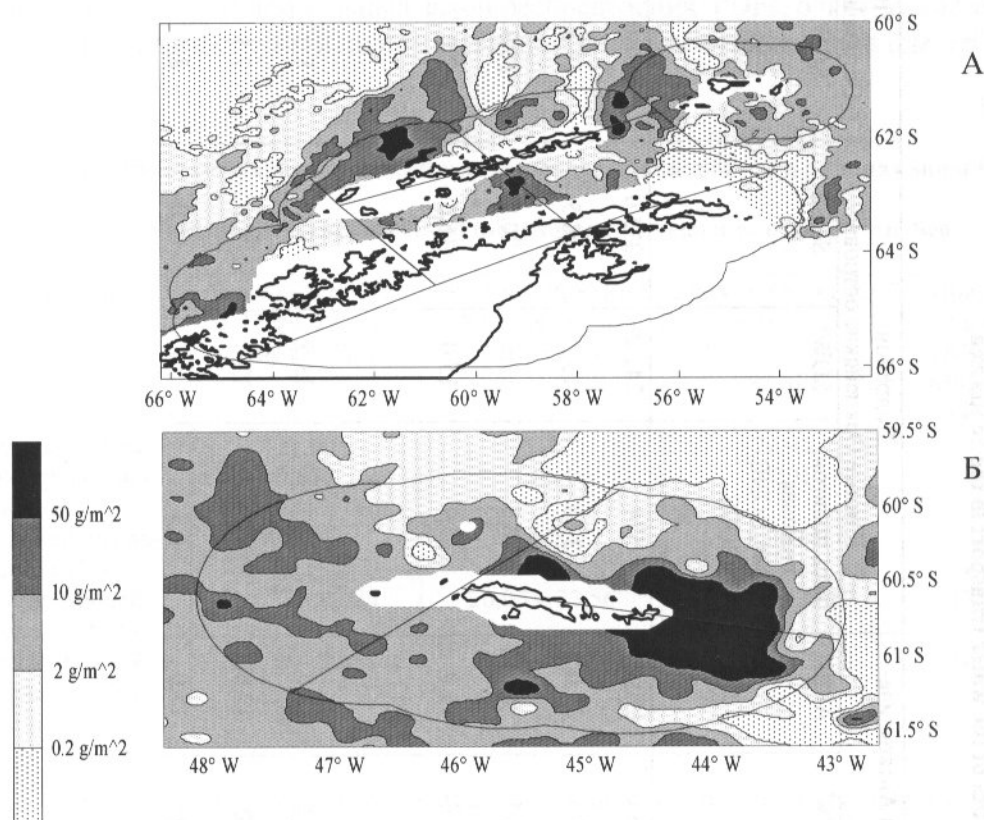


Рис.5. Распределение биомассы криля на акваториях APW, APDPW, APDPE, APBSW, APBSE, APEIв подрайоне Полуостровов Антарктический (А) и подрайоне Южные Оркнейские острова (Б)

Fig. 5. Krill biomass distribution in the APW, APDPW, APDPE, APBSW, APBSE, APEIв of the Antarctic peninsular (A) and South Orkney Islands (B)

При расчетах переноса криля предполагалось, что вынос криля за пределы полигона, охватывающего участки промысла в подрайоне Полуостровов Антарктический, осуществляется через границу в 120 миль, а в случае полигона в подрайоне Острова Южные Оркнейские – биомасса криля транспортируется через границу, равную 90 миль. В табл. 3 приведены величины потенциального переноса криля через рассматриваемые границы, для оценки которых использованы показатели транспорта криля на участках пересечения акустических галсов AP 13 и SS 07 с нашими полигонами (см. рис.1). Указанные галсы выбраны как наиболее близко расположенные к границам полигонов, принимая во внимание доминирование переноса водных масс с запада на восток.

Выявлено, что за промысловый сезон через участки промысла в подрайоне Полуостровов Антарктический потенциально может выноситься биомасса в 1,283 млн.т, а через участки промысла в районе Южных Оркнейских островов – 2,109 млн.т. Высо-

кие коэффициенты вариации ( $CV \geq 0,3$ ) этих оценок свидетельствуют, что величина потенциального транспорта криля может варьировать в широком диапазоне (см. табл.3).

Таблица 3

**Статистические характеристики переноса биомассы криля в море Скотия**

**Statistical Characteristics of krill transport in the Scotia Sea**

Параметры	Полигон в подрайоне Антарктического полуострова	Полигон в подрайоне Южных Оркнейских островов
Скорость переноса криля (т/час) через 1 милю границы полигона		
<i>среднее</i>	2,97	5,43
<i>стандартное отклонение</i>	0,776	2,49
Биомасса криля, выносимая через границу полигона в течение промыслового сезона, млн.т		
<i>среднее</i>	1,283	2,109
<i>стандартное отклонение</i>	0,336	0,971

**Обсуждение**

Представленные в данной работе характеристики переноса криля рассчитывались как геострофический дрейф без учета ветровой составляющей (Экмановский перенос). Последнее нам представляется допустимым ввиду несопоставимости показателей геострофического и ветрового переноса, например, по оценкам Хофмана и др. [8] средние скорости ветрового дрейфа вдоль побережья Антарктического полуострова, составляли от 0,2 до 0,3 см/сек, а геострофические скорости находились в диапазоне 8,8 – 20 см/сек. По данным съемки, выполненной СТМ «Атлантида», (февраль – март 1996 г.) средняя величина геострофического расхода воды на границах участков промысла криля составила 0,098 Sv, а аналогичная величина для ветрового дрейфа – 0,00036 Sv [13].

Представленные характеристики переноса криля в море Скотия вполне согласуются с литературными данными:

– Основной диапазон изменения величин геострофических скоростей в пределах рассматриваемых полигонов, выявляемый по нашим многолетним наблюдениям, составляет от 15 до 45 см/сек. В этот диапазон попадают величины скоростей, полученные в подрайонах 48.1 – 48.32 разными авторами за последние 20 лет [2, 8, 12, 13, 21].

– Наши среднемноголетние оценки скорости течений (19,6 см/сек – 21,9 см/сек), полученные динамическим методом, хорошо согласуются со скоростями (20 – 25 см/с) АЦТ в море Скотия, рассчитанными по диагностической трехмерной модели Саркисяна на основе среднемноголетних полей температуры и солености вод, среднемноголетних полей атмосферного давления, рельефа дна.

Это свидетельствует в пользу надежности наших оценок и правомерности дальнейшего обсуждения транспорта криля в море Скотия, основанного на этих оценках.

Выполненные расчеты показывают, что в пределах традиционных участков промысла и мелкомасштабных единиц управления (SSMU) в море Скотия возможна неоднократная полная смена водных масс за промысловый сезон. Эти процессы сме-

ны водных масс будут сопровождаться вносом/выносом криля через границы этих районов. Например, за промысловый сезон потенциальный перенос биомассы криля через границы APEI (район о. Элефант) может составлять 1,283 млн.т и 2,109 млн.т для промысловых участков в подрайоне Острова Южные Оркнейские (SDNE, SOSE). Эти оценки переноса криля превышают величину биомассы криля и его максимальный вылов в пределах любого SSMU в море Скотия за последние 25 лет [7, 17].

Суммарный вынос биомассы криля через границы указанных трех SSMU (APEI, SPNE, SOSE) может составить 3,392 млн.т (см. табл. 3), что сопоставимо с суммарной величиной предохранительного вылова криля в 3,17 млн.т, установленного для 15 единиц управления в пределах Статистического района 48 (SC-CCAMLR-XIX Прилож. 4, SC-CAMLR-XXIII, Прилож. 4). Действующий допустимый вылов криля в районе 48 составляет 4,0 млн.т [7].

Полученные нами оценки переноса криля за промысловый сезон не сопоставимыми ни с величиной исторического годового вылова на каждом из SSMUs, ни с суммарным выловом за любой промысловый сезон за последние 25 лет. Напомним, что за последние 25 лет наибольшие выловы криля в море Скотия отмечены в 1987 – 1990 гг., когда его изъятие достигало 400 тыс.т в год.

Обсуждая полученные оценки транспорта криля, следует иметь в виду, что нами не учитывалась ни сезонная, ни межгодовая изменчивость переноса криля. А вместе с тем, можно ожидать, что их влияние будет значительным. В пользу последнего свидетельствуют результаты съемки 1996 г. (СТМ «Атлантида», февраль – март 1996 г.), выявившие, что транспорт криля через участки промысла в районе Южных Оркнейских островов может достичь 4, 23 млн.т криля за промысловый сезон [14], что почти в 2 раза превышает данные, полученные по съемкам CCAMLR-2000.

Экспериментальные работы показывают, что многократная смена водных масс на участке промысла может сопровождаться разной интенсивностью переноса криля. При этом значительные изменения этого процесса могут проявляться не только в течение промыслового сезона, но и даже в течение недели [12]. Наглядной иллюстрацией последнего служит трехкратное изменение биомассы, наблюдаемое в районе промысла в течение недели по данным многократных акустических съемок, выполненных на СТМ «Атлантида» в июне 1991 г. [12]. После каждой смены водной массы на полигоне происходили существенные изменения в пространственном распределении биомассы криля (рис. 6).

В соответствии с существующей практикой АНТКОМа величина допустимого вылова криля в Статистическом районе 48 определяется исходя из оценки предъэксплуатационной биомассы криля, основанной на результатах единовременной международной синоптической съемки. В частности, действующая величина допустимого вылова криля в этом районе, составляющая 4,0 млн.т, была определена по результатам синоптической съемки CCAMLR-2000. В разрабатываемых процедурах локализации допустимого вылова между единицами управления (SSMU) также предполагается использовать результаты единовременной синоптической съемки криля в районе 48 [7]. Выполненные нами исследования подтверждают, что в процедурах управления целесообразно учитывать межгодовые и сезонные изменения биомассы криля под влиянием его транспорта. В частности, годовым потребностям хищников в районе 48 и в пределах акваторий отдельных SSMU должны бы противопоставляться годовые оценки биомассы криля, учитывающие здесь его многократный внос/вынос в течение года, а не соответствующие оценки биомассы по данным единовременной синоптической съемки. С другой стороны, знание показателей дрейфа криля (скорости переноса и временного цикла смены водной массы) в данном рай-

она является важным фактором при планировании акустических съемок криля, и прежде всего, выбора синоптического периода съемки.

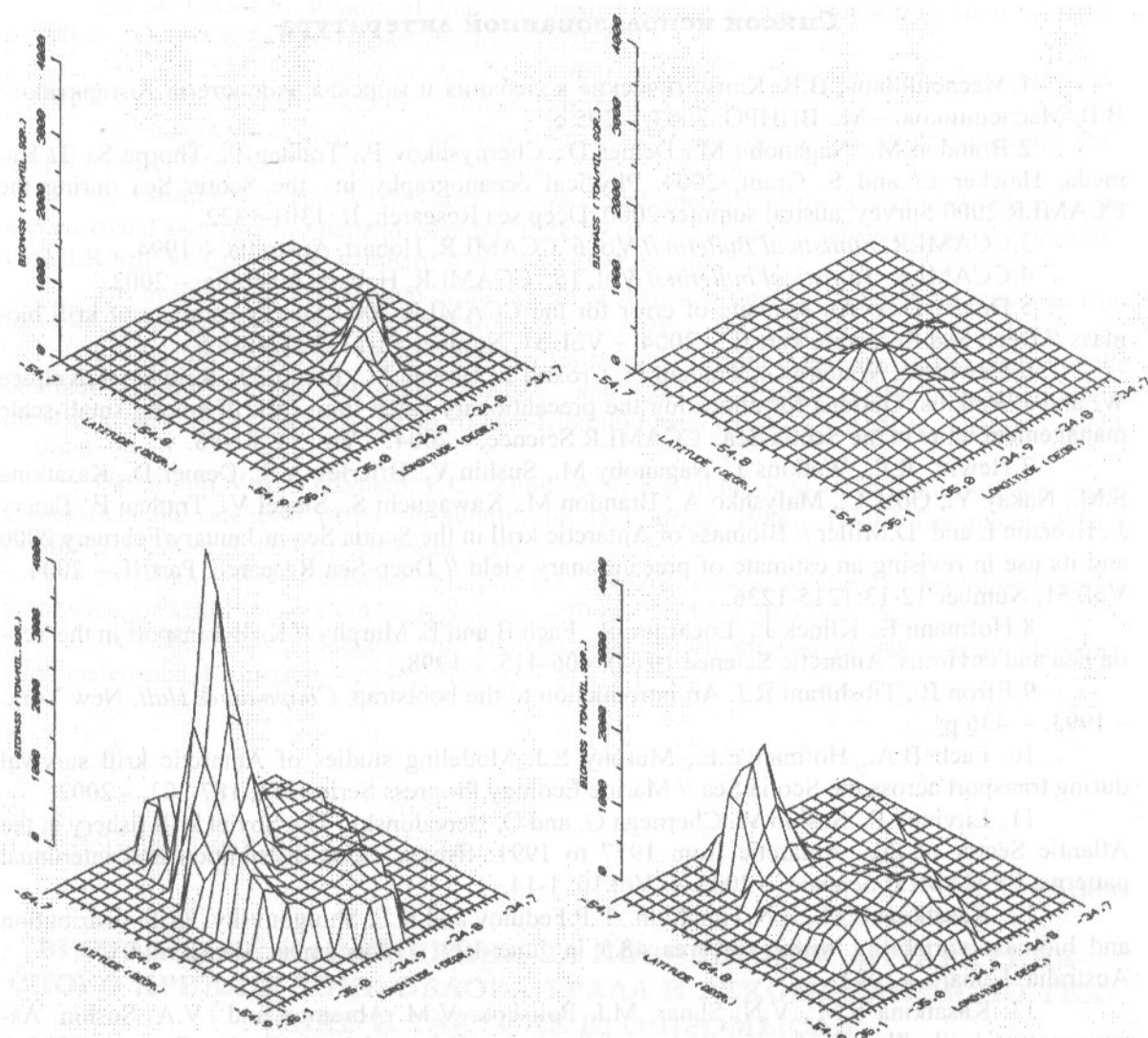


Рис. 6. Временная изменчивость распределения биомассы криля на участке промысла под влиянием геострофического переноса криля в течение недели, наблюдаемая по данным многократных акустических съемок (подрайон 48.3, СТМ «Атлантида», июнь 1991 г.)

Fig. 6. Temporal variations in krill biomass distribution within the fishing sector under the influence of its geostrophic transport during a week observed by data of repeated acoustic surveys (sub-area 48.3, STM «Atlantida», June 1991)

### Заключение

Выполненные исследования показывают, что на участках промысла криля и на акваториях мелкомасштабных единиц управления (SSMU) в море Скоттия происходит многократная смена водных масс за промысловый сезон. Процессы накопления/выноса криля, сопровождающие смену водных масс, могут оказывать существенное влияние на динамику и распределение биомассы криля. Поэтому показатели

транспорта криля следует учитывать при разработке процедур и опций для управления его запасами и организации рационального промысла.

### Список использованной литература

1. Масленников, В.В. Климатические колебания и морская экосистема Антарктики / В.В. Масленников. – М.: ВНИРО, 2003. – 295 с.
2. Brandon M., Naganobu M., Demer D., Chernyshkov P., Trathan P., Thorpe S., T/ Kameda, Hawker E/ and S. Grant, 2004. Physical oceanography in the Scotia Sea during the CCAMLR 2000 Survey, austral summer 2000. Deep sea Research, II :1301-1322.
3. CCAMLR. *Statistical Bulletin* // Vol.6 .CCAMLR, Hobart, Australia. – 1994.
4. CCAMLR. *Statistical bulletin* // Vol. 15. CCAMLR, Hobart, Australia. – 2002.
5. Demer D.A. An estimate of error for the CCAMLR 2000 Survey estimate of krill biomass // Deep-Sea Research. Part II. – 2004. – Vol. 51, Number 12-13: 1237-1252.
6. Hewitt R., Watters G., Trathan P., Croxall J., Goebel M., Ramm D., Reid K., Trivelpice W. and J.Watkins. Options for allocating the precautionary catch limit of krill among small-scale management units in the Scotia Sea. CCAMLR Science. – 2004. – Vol. 11.:81-98.
7. Hewitt R.P., Watkins J., Naganoby M., Sushin V., Brierley A.S., Demer D., Kasatkina S.M., Nakay Y., Goss C., Malyshko A., Brandon M., Kawaguchi S., Siegel V., Trathan P., Emery J., Everson I. and D.Miller // Biomass of Antarctic krill in the Scotia Sea in January/February 2000 and its use in revising an estimate of precautionary yield // Deep-Sea Research. Part II. – 2004. – Vol. 51, Number 12-13:1215-1236.
8. Hofmann E., Klinck J., Locarnini R., Fach B and E. Murphy // Krill transport in the Scotia Sea and environs. Antarctic Science 10 (4): 406-415. – 1998.
9. Efron B., Tibshirani R.J. An introduction to the bootstrap. *Chapman & Hall*. New York. – 1993. – 436 p
10. Fach B.A., Hofman E.E., Murphy E.J. Modeling studies of Antarctic krill survival during transport across the Scotia Sea // Marine Ecology Progress Series 231: 187-203. – 2002.
11. Litvinov F., Sushin V., Chernega G. and O. Berezhinsky. The Soviet krill fishery in the Atlantic Sector of the Antarctic from 1977 to 1991: fishing effort distribution and interannual patterns. // CCAMLR Science. – 2003. – Vol.10: 1-14.
12. Kasatkina S.M., E.N.Timokhin., P.P.Fedulov and K.E. Shulgouvsy. Krill distribution and biomass variability within Subarea 48.3 in June 1991 // Document WG-Krill-91/ \* . Australia: Hobart. – 1993.
13. Kasatkina S.M., V.N. Shnar, M.I. Polishuk, V.M. Abramov and V.A. Sushin. Assessment of krill Flux Factors in Waters of the South Orkney Islands During Summer 1996 // CCAMLR Science. – 1997. – V.4: 194-204.
14. Kasatkina S.M., Malyshko A., Berezhinsky O. and Snar V. Aggregation characteristics of Antarctic krill in the Scotia Sea during January-February 2000. // CCAMLR, Science. – 2002. – Vol.9:- P.145-164.
15. Kasatkina S.M. and Ivanova V.F. Fishing intensity of Russian fleet in krill fishery in Subareas 48.2 and 48.3 //CCAMLR Science. – 2003. – Vol.10: 15-36.
16. Kasatkina S.M., Goss C., Emery J., Takao Y., Litvinov F.F., Malyshko A.P., Shnar V.N. and O.A. Berezhinsky. A Comparison of net and acoustic estimates of krill density during the CCAMLR-2000 synoptic survey of Scotia Sea. Deep-Sea Research. Part II. Vol. 51, Number 12-13:1289-1300. – 2004.
17. Kasatkina S.M. and Gasyukov P.S. Estimates of krill biomass with commercial significance in small scale management units applying geostatistics techniques // Document of WG-EMM-06/36. Hobart, Australia. – 2006.
18. Kawagushi S., Ichii t. and M. Nagonobu. Catch per unit efforts and proportional recruitment indices from Japanese krill fishery data in Subarea 48.1 // CCAMLR, Science,4 :47-62. – 1997.
19. Locarnini R.A., Whiworth I.T., Nowlin W.D. The importance of the Scotia Sea on the outflow of Weddell Sea Deep Water // Journal of Marine Research 51:135-153. – 1993.
20. Marr S.W.S. The natural history and geography of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana. // Disc.Rep. – 1962. – Vol.32 – P. 33-464.

21. Murphy E., Thope S., Watkins J. and R. Hewitt. Modeling krill transport pathways in the Scotia Sea: spatial and environmental connections generating the seasonal distribution of krill // Deep-Sea Research II. – 2004. – Vol.51, Nos.12-13: 1435-1456.
22. SC-CAMLR. Report of the Twentieth Meeting of the Scientific Committee (SC-CAMLR-XIX) // CCAMLR, Hobart, Australia. – 2001.
23. SC-CAMLR. Report of the Twenty-first Meeting of the Scientific Committee (SC-CAMLR-XIX) // CCAMLR. – 2002. – Hobart, Australia: 524pp.
24. SC-CAMLR. Report of the Twenty-freet Meeting of the Scientific Committee (SC-CAMLR-XIX) // CCAMLR. – Hobart, Australia. – 2002. – 424 pp.
25. Sushin V.A. and A.P.Myskov. Location and intensity of the Soviet krill fishery in the elephant island area (South Shetland Islands), 1988/89. // In: *Selected Scientific Papers, 1992* (SC-CAMLR-SSP/9). CCAMLR. – Hobart, Australia. – 1992. – 305-336.
26. Sushin V.A. Distribution of the Soviet krill fishing fleet in the South Orkney area (Subarea 48.2) during 1989/1990 // *CCAMLR Science*. – 1998. – Vol.5:51-63.
27. Sushin V. and K. Shulgovsky. 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 conducted using an Assaks-Kidd midwater trawl // *CCAMLR, Science*. – 1999. – Vol.6 :59-70.
28. Sushin V.A., Gasyukov P.C., Zimin A.V, Kasatkina S.M. Distribution of the soviet fishing fleet and catches (CPUE) in Subdivision 48.3 during 1986 – 1990 // Document of *WG-EMM/02*. CCAMLR, Hobart, Australia. – 2002.
29. Trathan P.N., Everson I., Murphy E.J. and G.B. Parkes. Analysis of haul data from the South Georgia krill fishery. *CCAMLR Science*. – 1998. – Vol.5:9-30.
30. Zubov N.N., Mamaev O.I. Dynamic calculation method of sea current elements. *Gidrometeoizdat, Leningrad*. – 1956. – 166 P.

УДК [595.383.1:639.2.081.1]+639.28

В.К. Коротков

### **ВИЗУАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ В ЗОНЕ ОБЛОВА ТРАЛА И РЕКОМЕДАЦИИ ПО ТЕХНИКЕ И ТАКТИКЕ ЕГО ПРОМЫСЛА**

С применением разработанного ФАО кодекса ресурсосберегающего рыболовства в последние годы в районе Северной Атлантики происходит сокращение квот вылова традиционных видов промысловых рыб. В результате отечественный рыболовный флот Северо-Западного региона теряет свободу промысла в традиционных районах лова. Одним из вариантов сохранения уровня добычи и производства морепродуктов может быть возвращение рыболовного флота в районы промысла Южной Атлантики, которые ранее были освоены советскими рыбаками. Одним из перспективных объектов лова в антарктической части Атлантики является антарктический криль (*Euphausia superba*). Его мясо обладает высокими пищевыми свойствами, не уступая по вкусовым качествам мясу других ракообразных. Кроме того, оно содержит большое количество жира и белков. В последние годы криль находит широкое применение в марикультуре как естественный и чистый корм при выращивании ценных видов рыб (лосося, форели и др.).

В 70-80-е годы на промысле антарктического криля успешно работали отечественные суда типа БМРТ, РТМ-С, ППР и другие крупнотоннажные тральщики. Криль успешно облавливался разноглубинными тралами с мелкочейной сетной час-