

УДК 595.3.574

**ОБЗОР ПРОМЫСЛА РКТ-С «МОРЕ СОДРУЖЕСТВА»,
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И БИОЛОГИЯ
АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ (*EUPHAUSIA SUPERBA*) В АТЛАНТИЧЕСКОЙ
ЧАСТИ АНТАРКТИКИ В ЛЕТНЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2015 Г.**Н. Н. Жук¹, Ю. В. Корзун²

¹Институт рыболовства и экологии моря, ул. Коммунаров, 8, г. Бердянск, Запорожская обл., Украина, 71119, e-mail: niknikzhuk@list.ru

²Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, ул. Береговая, 21в, г. Ростов-на-Дону, Россия, 344002, e-mail: korzunyu@mail.ru

Реферат. РКТ-С «Море Содружества» под флагом Украины работал на промысле антарктического криля в АЧА районах Южные Шетландские острова, пролив Брансфилд и у о. Южная Георгия с 7 февраля по 23 июня 2015 г. Общий улов криля составил 12,5 тыс. т, в том числе в подрайоне 48.1 – 10,9 тыс. т, в подрайоне 48.3 – 1,6 тыс. т, СРУЕ равнялся – 9,1 т/ч и 7,9 т/ч, средний улов за судно-сутки лова – 119,7 т и 95,6 т соответственно. Общий улов криля в АЧА в 2016 году может быть увеличен в основном за счет добычи рачков в подрайоне 48.2, промысловые участки которого в прошедшем промысловом сезоне были закрыты льдом, или за счет оборудования судна системой непрерывного лова, позволяющей эффективно работать на концентрациях рачков, облов которых по традиционной схеме промысла является нецелесообразным. Промысловые скопления криля формировались на северо-западных участках островного и материкового шельфа и склона. Средние размеры тела рачков в подрайоне островов о. Мордвинова (Elephant), о. Ватерлоо (George) и о. Смоленск (Livingston) были больше, чем в проливе Брансфилд. Так, длина и вес тела на шельфе и склоне островов колебались в интервале 46,7–52,3 мм и 0,68–1,04 г, а в проливе – 43,6–46,7 мм и 0,53–0,59 г соответственно. Более крупные рачки отмечались на участках с высокой ТПО. В феврале–марте в районе Южных Шетландских островов и проливе Брансфилд отмечался нерест антарктического криля и интенсивное питание фитопланктоном в верхних слоях океана. В апреле–мае нерест закончился, причем в подрайоне 48.1 позже, чем в подрайоне 48.3. Гидрометеорологические и ледовые условия в подрайонах 48.1 и 48.3 только кратковременно препятствовали добыче криля. Потери промыслового времени составили 8,8 суток или 7,5% от общего количества судно-суток промысла.

Огляд промислу РКТ-С «Море Співдружності», гідрометеорологічні умови і біологія антарктичного криля (*Euphausia superba*) в атлантичній частині Антарктики в літньо-зимовий період 2015 р.

М. М. Жук, Ю. В. Корзун

Реферат. РКТ-С «Море Співдружності» під прапором України працювало на промислі антарктичного крилю в АЧА районах Південні Шетландські острови, протока Брансфілд і навколо о. Південна Георгія з 7 лютого по 23 червня 2015 р. Загальний вилов криля склав 12,5 тис. т, у тому числі в підрайоні 48.1 – 10,9 тис. т, в підрайоні 48.3 – 1,6 тис. т, а СРУЕ дорівнював 9,1 т/г і 7,9 т/г, середній вилов за судно-добу лову – 119,7 т. і 95,6 т. відповідно.

но. Загальний вилов криля в АЧА в 2016 році може бути збільшений переважно за рахунок добутку рачків у підрайоні 48.2, промислові ділянки якого в минулому промсезоні були закриті льодом, або внаслідок обладнання судна системою неперервного лову, що дозволяє ефективно працювати на концентраціях рачків, облов яких за традиційною схемою промислу є недоцільним. Промислові скупчення криля формувалися на північно-західних ділянках острівного й материкового шельфу і схилу. Середні розміри тіла рачків у районі островів о. Мордвінова (Elephant), о. Ватерлоо (George) і о. Смоленськ (Livingston) були більші, ніж у протоці Брансфілд. Так довжина і вага тіла на шельфі та схилі островів коливалася в інтервалі 46,7–52,3 мм і 0,68–1,04 г, а у протоці – 43,6–46,7 мм і 0,53–0,59 відповідно. Більші рачки відмічались на ділянках із високою ТПО. В лютому–березні в районі Південних Шетландських островів і в протоці Брансфілд відмічався нерест антарктичного криля та інтенсивне харчування фітопланктоном у верхніх шарах океану. В квітні–травні нерест закінчився, причому в підрайоні 48.1 пізніше, ніж у підрайоні 48.3. Гідрометеорологічні та льодові умови в підрайонах 48.1 і 48.3 тільки короткочасно завадили добуванню криля. Втрати промислового часу склали 8,8 діб або 7,5% від загальної кількості судо-діб промислу.

Fishery report of the krill catching trawler «CooperationSea» on the Antarctic krill (*Euphausia superba*) biology and hydrometeorological conditions in the fishing area of the Atlantic Antarctic during the summer-winter fishing season of 2015

N. N. Zhuk, Yu. V. Korzun

Abstract. The krill catching trawler «Cooperation Sea» was conducting the Antarctic krill (*Euphausia superba*) fisheries in the Atlantic Antarctic area (South Shetland Islands, Bransfield Strait and off South Georgia Island) from 7 February to 23 June 2015. The total krill catch made up 12,500 tons, including area 48.1 (10,900 tons) and area 48.3 (1,600 tons); the CPUE parameter equaled 9.1 tons per hour and 7.9 tons per hour, correspondingly; the average catch per boat day reached 119.7 tons and 95.6 tons, correspondingly. It is suggested that the total krill catch in the Atlantic Antarctic in 2016 can be increased by means of krill fisheries in subarea 48.2, where fishing zones had been covered with ice during the last fishing season, or equipping the vessel with continuous fishing system. This system will allow to efficiently catch krill concentrations, which, according to the traditional fishing scheme, is not considered feasible. Commercial krill aggregations were formed in the north-western areas of the island and continental shelf and slope. The krill specimens in the islands' area (Elephant Island, George Island, Livingston Island) were characterized by a larger size than those caught in the Bransfield Strait. Thus, length and weight of the krill body, caught on the shelf and slope of the islands, ranged from 46.7 to 52.3 mm and from 0.68 to 1.04 g; in the strait area – from 43.6 to 46.7 mm and from 0.53 to 0.59 g, correspondingly. Larger krill specimens were reported in the zones with high surface temperature. In February-March, in the areas of the South Shetland Islands and Bransfield Strait krill spawning sites were observed; its intensive feeding on phytoplankton in the upper ocean layers was also marked. In April-May the krill spawning season was finished: in area 48.1 it came to end later than in area 48.3. For a short period of time, hydrometeorological and ice conditions in areas 48.1 and 48.3 prevented the trawler from conducting fisheries. The loss of fishing time made up 8.8 days, or 7.5% of the total amount of boat days.

Key words: Antarctic krill, krill fisheries, catch statistics, modal group, sexual maturity, sex ratio, nutrition, food organisms, meteorological data

1. Введение

В водах Южного океана одним из «ключевых видов» экосистемы является антарктический криль *Euphausia superba*. Интерес к нему, как известно, возник давно и первоначально определялся его значением в питании усатых китов (Fevolden, 1989). Этот небольшой рачок, относящийся к эвфазиевым ракам, является наиболее важным видом антарктического макропланктона и считается одним из наиболее многочисленных животных на планете (Ломакина, 1978). Криль выполняет важнейшую функцию, переваривая в своем теле громадные объемы первичной продукции, потребляя в основном микроскопический фитопланктон, который затем становится доступным для морских хищников. Его исключительное значение в водах Антарктики заключается в том, что он – главный объект питания для большинства обитающих в Южном океане пингвинов, тюленей, китов, птиц, рыб, кальмаров (Jones, Kawaguchi, Reid, 2015) и важный объект рыболовства. По ряду оценок средняя циркумполярная биомасса взрослой части населения криля колеблется от 60 до 420 млн. т, а наиболее вероятная – составляет 379 млн. т (Atkinson, Siegel, Pakhomov et al, 2009; Nicol, Constable, Pauly, 2000; Siegel, 2005). Этот запас криля определен только для эпипелагиали. Однако накапливаются данные, свидетельствующие, что антарктический криль также может быть многочисленным около океанического дна на абиссальных глубинах (Jones, Kawaguchi, Reid, 2015).

Максимальный мировой улов антарктического криля отмечался в 1982 г. – 528 тыс. т, из них 374 тыс. т или 71% вылова приходилось на атлантическую часть Антарктики (АЧА, района 48), 148 тыс. т или 28% – на индоокеанский сектор (района 58) и 7 тыс. т (1%) на тихоокеанский (район 88) (Кухарев, Корзун, Ребик и др., 2014). Образование скопления криля в значительной степени зависит от особенностей атмосферной циркуляции, обуславливающей изменение направления и скорости течений в районах промысла, а также рельефа дна, способствующего образованию вихрей, в которых концентрируются рачки (Бибик, Брянцев, 2007).

В настоящее время международный промысел криля осуществляется только в АЧА. Уловы рачков в течение последних пятнадцати лет колеблются от 105 до 294 тыс. т. и имеют положительный тренд (рис. 1), но далеки от временного ограничения на вылов, установленного «Комиссией по сохранению морских живых ресурсов Антарктики» (АНТКОМ, ССАМЛР), которое составляет 620 тыс. т, в том числе в подрайоне 48.1 – 155 тыс. т, 48.2 – 269 тыс. т, 48.3 – 269 тыс. т и 48.4 – 93 тыс. т (Список ..., 2014). Таким образом, несмотря на почти 40-летнюю историю эксплуатации запасов антарктического криля, он до сих пор является видом, имеющим наибольший промысловый потенциал (Касаткина, 2015; Касаткина, Петров, Шуст и др. 2014; Чурин, Бородин, Чернышков, 2014; Шуст, Бизиков, 2010).

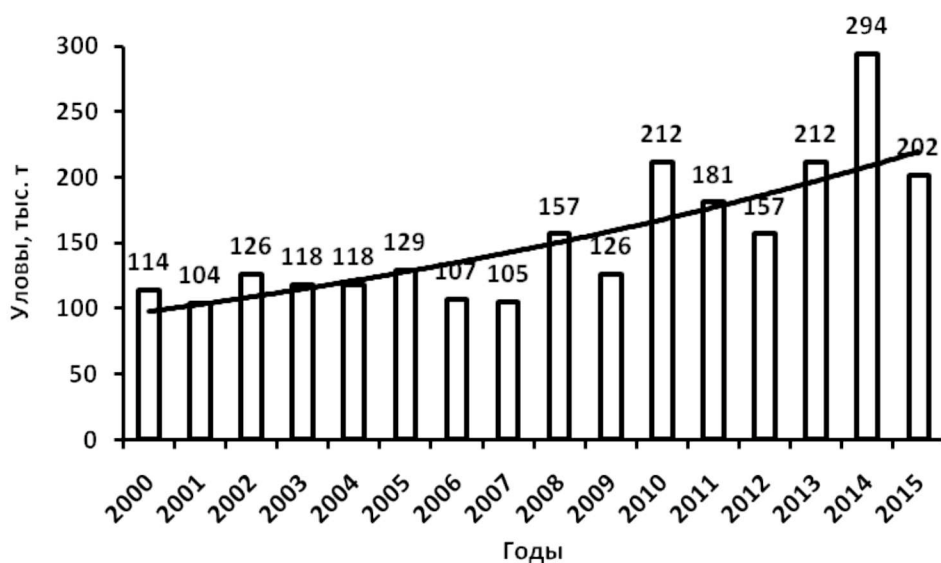


Рис. 1. Мировые уловы антарктического криля в АЧА (FAO..., 2013; Catches..., 2015)

Fig. 1. World catches of Antarctic krill in the Atlantic part of the Antarctic (FAO..., 2013)

Увеличение мировых уловов антарктического криля стимулируется спросом на него в качестве сырья для производства крилевой муки, пищевой продукции, косметики, фармацевтических препаратов, медицинских материалов. Он является главным объектом биологической разведки в антарктических водах (в основном с целью поиска новых биологически активных веществ), но в целом пищевые технологии начали уступать другим технологиям (Антарктический ..., 2001; Корзун, Ребик, Козлова и др., 2014; Куртис, Перл, 2011; Литвинов, Сундаков, 2003; Шуст, Бизиков, 2010).

Украинские рыбаки ведут промысел антарктического криля с 1991 г. С 1991 по 2015 г. ими выловлено 292 тыс. т рачков (Жук, Корзун, 2014; FAO ..., 2013). В промысловый сезон 2014/15 гг. добыча эвфаузиид осуществлялась в АЧА на специализированном крилевом судне РКТ-С «Море Содружества», работавшем под флагом Украины. Согласно рекомендациям АНТКОМ на борту судна находился национальный научный наблюдатель, соавтор статьи Н. Н. Жук, который производил сбор промыслово-биологических и гидрометеорологических данных на участках промысла криля для представления в «Комиссию ...».

Целью данной работы является характеристика хода промысла РКТ-С «Море Содружества», биологии антарктического криля и гидрометеорологических условий на участках лова в районе

Южных Шетландских островов, в проливе Брансфилд и у о. Южная Георгия в летне-зимний период Южного полушария 2015 г.

2. Материал и методика

Сбор промыслово-биологических и гидрометеорологических данных производился по схеме АНТКОМ (Справочник ..., 2012) и общепринятым методикам (Методические ..., 1982; Наставление ..., 1964). Анализ возрастной структуры криля на участках промысла проводили с помощью размерно-возрастного ключа на основе ранее выполненных работ (Асеев, 1978, 1983; Жук, Корзун, 2014; Siegel, Loeb, 1995; Candy, Kawaguchi, 2006; Pakhomov, 1995; Sologub, Remeslo, 2011). Поиск промысловых концентраций рачков осуществлялся судовыми эхолотами SIMRAD ES 70 (рабочая частота 200 кГц) и KODEN CVS 8822 (28 кГц), а также гидролокатором WESSMAR 850 (110 кГц). Облов скоплений криля выполняли сетным тралом (модель 330 MTR), сконструированным и изготовленным нидерландской фирмой «MaritimeBV» с минимальным размером ячеи в мешке 12 мм. Его вертикальное и горизонтальное раскрытие составляло 12–18 м и 18–20 м соответственно. Горизонт лова определяли по глубине хода верхней подборы трала. Эти и другие параметры траления, а также величина улова в траловом мешке во время тралений фиксировались бескабельной системой MartPort. Продолжительность тралений составляла днем 1–2 часа, ночью она увеличивалась до 3–4 часов, скорость траления варьировала в пределах 2,5–3,1 узла. Судно работало в подрайоне 48.1 в районе Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд с 9 февраля по 28 мая (рис. 2) и в подрайоне 48.3 у о. Южная Георгия с 4 по 23 июня 2015 г. За период рейса выполнено 712 тралений, в том числе в подрайоне 48.1 – 595 тралений и подрайоне 48.3 – 117 тралений (табл. 1), проанализировано 11400 экз. криля, выполнено 619 гидрометеорологических определений, на каждом из которых регистрировались температура воздуха, температура поверхности океана (ТПО), направление и скорость ветра, атмосферное давление.

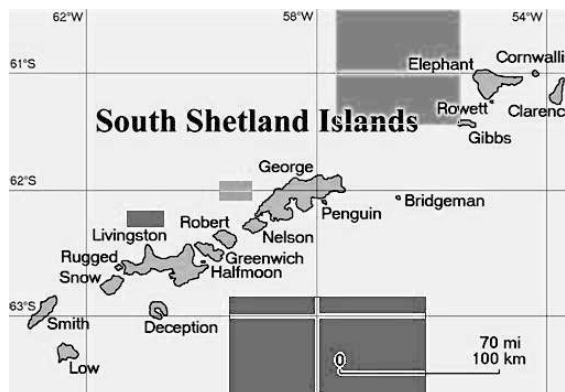


Рис. 2. Участки отбора проб антарктического криля в районе Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд в феврале-мае 2015 г.

Fig 2. The areas, where the samples of Antarctic krill were taken in the vicinity of the South Shetland Islands and in the Bransfield Strait in February-May, 2015.

3. Результаты исследований

РКТ-С «Море Содружества» вошел в зону действия Конвенции АНТКОМ 7 февраля и покинул ее 24 июня 2015 года. Находясь в водах Антарктики, судно осуществляло промыслово-поисковые работы и целевой промысел антарктического криля, а также сбор научной информации в статистических подрайонах ФАО 48.1 и в 48.3.

3.1. Сводка промысловой стратегии

Поиск промысловых скоплений антарктического криля осуществлялся с использованием судовой поисковой аппаратуры, в том числе эхолотов SIMRAD ES 70 и KODEN CVS 8822, а также

гидролокатора WESSMAR 850, которые к настоящему времени уже технически устарели, что в определенной мере, на наш взгляд, приводило к увеличению затрат времени на поиск агрегаций криля и, как следствие, потерям промыслового времени, и в итоге – недолговечности целевого вида. Для сокращения времени поиска скоплений использовались карты распределения ТПО, любезно передаваемые на борт судна отделом научно-промысловой разведки АтлантНИРО (г. Калининград), с указанием участков, где наиболее вероятно образование скоплений рачков. Судно регулярно использовало эту информацию и, в случае обнаружения агрегаций криля, выполняло их облов. Кроме этого, велись визуальные наблюдения за скоплениями китов и котиков, являвшихся ориентирами на скопления, которые не могли быть обнаружены судовыми рыбопоисковыми приборами.

В качестве орудия лова применялся сетной трал модели 330 MTR (производство Нидерланды). Добыча криля производилась по традиционной схеме лова с подъемом тралового мешка на промысловую палубу. На малых горизонтах лова (6–100 м) постройка трала занимала менее 10 минут, а на больших глубинах (максимальная 280 м) она увеличивалась до 15 минут. Время подъема трала, как правило, не превышало 20–25 минут.

Продолжительность тралений составляла 1–2 часа, иногда 4 часа (в основном в ночное время) при скорости 2,5–3,1 узла и регламентировалась, главным образом, величиной улова. При наполнении тралового мешка до уровня 15–25 т срабатывали датчики контроля величины улова бескабельной системой MartPort, после этого начиналась выборка трала. В случае высокой плотности рачков, что было не часто, длительность лова не превышала 20–30 минут.

3.2. Характеристика промысла

Подрайон 48.1. Южные Шетландские острова и пролив Брансфилд.

Из 111 суток, в течение которых РКТ-С «Море Содружества» работал в данном подрайоне – с 07 февраля по 28 мая, количество промысловых дней составило 91. В том числе в феврале – 17, в марте – 28, в апреле – 27 и в мае – 19 дней.

Февраль. Прибыв 9 февраля на северо-восточный участок пролива Брансфилд (с центральными координатами 63°06' ю.ш.; 058°06' з.д.), судно приступило к лову криля. В ночное время за 3–4 часа траления уловы колебались от 5 до 7 т, в дневное время за 1–1,5 часа – от 5 до 17 т, средний улов на единицу стандартного промыслового усилия (catch per unit effort, CPUE) составлял 3,5 т/час и оказался минимальным за весь период промысла в сезон 2015 года. По причине неудовлетворительной промысловой обстановки на этом участке судно 11 февраля прервало промысел и в поисковом режиме последовало в юго-западном направлении. 13 февраля, почти достигнув западной границы подрайона 48.1 (66°53' ю.ш., 069°06' з.д.) и не обнаружив промысловых скоплений криля, судно обратным курсом последовало в пролив Брансфилд, а затем к о. Мордвинова (Elephant). На пути следования встречались отдельные косячки криля непромыслового размера. 15 февраля в точке 62°24'6 ю.ш., 057°46'5 з.д. были отмечены морские котики *Arctocephalus gazella*, ныряющие на глубину до 20–25 м в косячки криля, которые локализовались по данным гидроакустических приборов в слое 10–43 м. Таким образом, пятнадцатидневный гидроакустический поиск криля с 11 по 15 февраля в водах пролива Брансфилд и за его пределами вдоль Антарктического полуострова не дал положительных результатов. Тем не менее, это не означало, что в этих водах отсутствовали промысловые агрегации криля. Как показала наша практика научного наблюдения за период 2001–2015 гг., промысловые скопления, расположенные в 0,5–1,0 мили от судна, не могли быть выявлены в силу несовершенства судовой поисковой аппаратуры.

РКТ-С «Море Содружества» прибыл в район о. Мордвинова (Elephant) 16 февраля, где уже работали два южно-корейских траулера, и начал выполнять траления на участке с центральными координатами 60°52' ю.ш., 055°50' з.д. над глубинами 230–600 м в слое 10–20 м. Скопления локализовались на разном удалении от западного побережья острова и имели протяженность 0,5–2 мили. Уловы колебались в больших пределах, от 3 до 28 т за 1,5–3 часовое траление. Средняя величина CPUE составила 7,5 т/час, что было значительно ниже, чем в сезон 2006 года, когда CPUE составлял 21,2 т/час (Жук, 2011/2012). В уловах наблюдались крупноразмерный криль с модальными классами 53–53 мм, средней длиной тела 52,0 мм и средней массой 1,04 г. Аналогичная картина для этого участка, по размерному составу криля, наблюдалась в 2006 г. во время работы РКТ-С «Конструктор Кошкин» (Жук, 2011/2012). Рачки имели зеленый цвет печени, поэтому были непригодны для переработки на пищевую продукцию и направлялись на изготовление крилевой муки.

По причине снижения уловов судно 19 февраля с поиском последовало в юго-западном направлении. Севернее архипелага Южных Шетландских островов за пределами островного шельфа о. Ватерлоо (George) (центральные координаты 61°58' ю.ш., 59°55' з.д.) над глубинами 1000–3770 м были обнаружены плотные скопления крупного нерестящегося криля (модальный класс 45–47 мм,

средняя длина 48,0 мм, средняя масса – 0,82 г). Примечательным было поведение рачков, отразившееся на суточной динамике величины уловов. Ночью криль концентрировался в слое 10–30 м, и уловы за 0,5–1,5 часа составляли 25–35 т. С наступлением рассвета рачки мигрировали на глубину 45–60 м, в итоге средние уловы за траление уменьшались с 24 т ночью до 10 т днем (рис. 3). Такая промысловая ситуация и поведение криля были противоположны тем, что нами наблюдались в зимний период Южного полушария на этом участке и обусловлены, на наш взгляд, особенностями биологии рачков, в частности, поведением криля летом в период спаривания. Усиление северо-западного ветра до штормового 21 февраля обусловило существенное снижения уловов на час траления с 10-24 т до 4 т, в результате этого судно прекратило лов и начало переход в другой промысловый район.

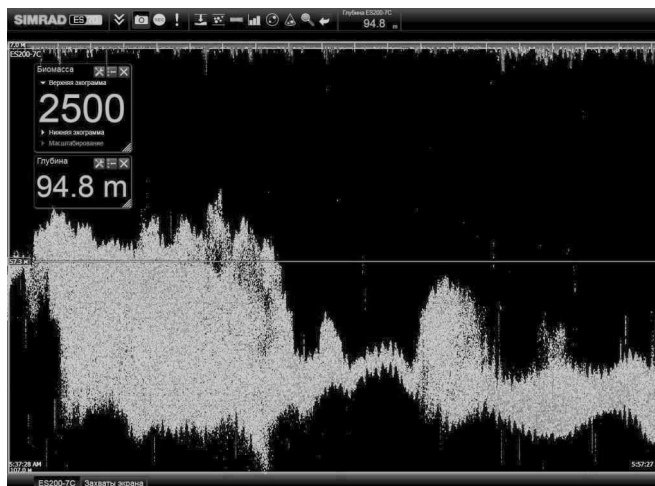


Рис. 3. Плотное скопление нерестающегося криля днем в районе о. Ватерлоо (George) (февраль 2015 г.)

Fig. 3. The dense aggregation of spawning krill in the vicinity of Waterloo (George) Island during daytime (February, 2015)

После штормовой погоды лов криля возобновили севернее о. Смоленск (Livingston) ($61^{\circ}58'$ ю.ш. $059^{\circ}42'$ з.д.) над глубинами 23–340 м в слое 25–50 м. Скопления состояли из отдельных косяков рачков (рис. 4).

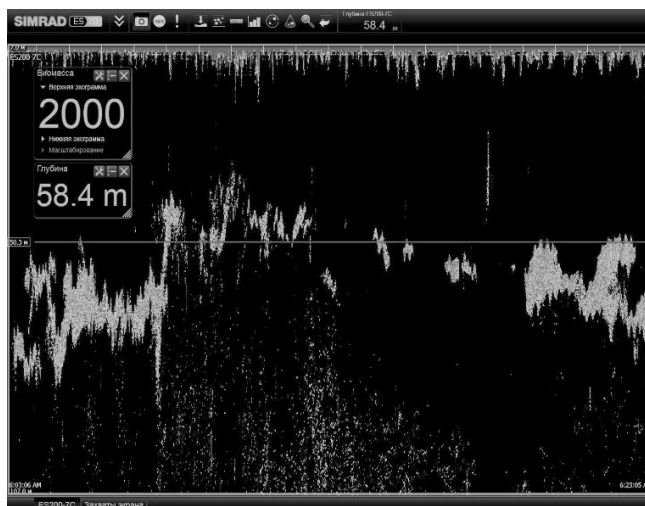


Рис. 4. Отдельные косяки криля в дневные часы в районе о. Смоленск (Livingston) в феврале 2015 г.

Fig. 4. Individual krill schools in the vicinity of Smolensk (Livingston) Island during daytime in February, 2015

Уловы днем были (17 т/час) выше, чем ночью (5,5 т/час). Средние размеры эвфаузиид были меньше (средняя длина 46,7 мм, средний вес 0,68 г), по сравнению с размерами криля в районе островов Ватерлоо (George) и Мордвинова (Elephant), преобладали отнерестившиеся рачки. Косяки были очень подвижны, в результате этого часто не удавался их повторный облов. Возвращаясь (25–26 февраля, 2 марта) к о. Мордвинова на неритические участки, где ранее успешно велся промысел криля, судно скоплений не обнаружило. Скопления рачков отмечались в океанической зоне над глубинами 1800–3770 м. Причиной тому послужил дрейф рачков с шельфа на островной склон и далее в открытый океан. Основные результаты промысла криля в феврале представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты промысла антарктического криля РКТ-С «Море Содружества»
в подрайонах 48.1, 48.3 в феврале-июне 2015 г.**

Подрайон	Периоды работы	Дней промысла	Кол-во тралений	Часы лова	Вылов, тонн	Улов за 1 час траления, тонн	Вылов за день промысла, тонн
48.1	Февраль 09-28	17	77	161:00	1,170	7,3	68,8
	Март 01-31	28	175	394:40	3,730	9,5	133,2
	Апрель 01-30	27	199	379:15	3,599	9,5	133,3
	Май 01-28	19	144	268:15	2,399	8,9	126,3
Итого по подрайону 48.1		91	595	1203:10	10,898	9,1	119,7
48.3	Июнь 04-23	17	117	205:15	1,625	7,9	95,6
Итого за рейс		108	712	1408:25	12,523	8,9	116,0

Март. 3–5 марта промысел осуществлялся над шельфом к северу от о. Смоленск (Livingston) (61°55' ю.ш., 059°28' з.д.) в горизонте 11–50 м. В уловах преобладал посленерестовый криль с модальной длиной тела 45–49 мм, средней длиной и массой 47,5 мм и 0,72 г соответственно. Уловы на стандартную единицу промыслового усилия составили в среднем 9,2 т/час. По причине большой подвижности агрегаций криля нужно было много времени на их поиск. Поэтому судно прекратило промысел в районе о. Смоленск (Livingston) и 5 марта последовало в пролив Брансфилд.

В период работ с 9 февраля по 5 марта в проливе Брансфилд, в районах о-вов Мордвинова (Elephant), Ватерлоо (George) и Смоленск (Livingston) печень рачков была окрашена в зеленый цвет, что обуславливается особенностями их кормовой базы и наблюдается при концентрации хлорофилла «а» более 1 мг/м³ (Волошина, Красовский, 1990). Поэтому производство пищевой продукции из него было невозможно, и все уловы эвфаузиид направлялись исключительно на выпуск крилевой муки.

6 марта судно прибыло на юго-восточный участок шельфа пролива Брансфилд (63°07' ю.ш. 058°42' з.д.) с глубинами 120–220 м и приступило к лову криля в группе из 5 судов, в том числе: три норвежских, чилийское и южно-корейское. Траления выполнялись в эпипелагиали на горизонтах 5–50 м. Уловы составляли 20–36 т за 1,5–2 часа траления. Скопления криля различной плотности распределялись в направлении с востока на запад пролива на расстояние около 40–50 миль. На этом участке криль находился в состоянии нагула, был среднего размера, с модой 41–43 мм, средние значения длины и массы составляли 43,2 мм, и 0,55 г соответственно. Криль активно питался, имел светло-зеленую окраску печени. Средняя ТПО на участке промысла равнялась минус 0,5°С, что было значительно ниже, чем на участках севернее Южных Шетландских островов, где она колебалась от 2,2° до 0,9° (средняя – 1,44°С).

11–12 марта судно сместилось западнее вышеуказанного участка в заток «теплых вод» с ТПО 0,1–0,8°С. Видовой состав уловов изменился: появились сальпы, не смотря на то, что они предпочи-

тают воды с температурой около $1,5^{\circ}\text{C}$ (Отчет ..., 2015), и крупноразмерные особи криля вместе с молодью (40–50%), что свидетельствует о влиянии на этот участок вод Антарктического циркумполярного течения (АЦТ). Уловы за 1,5–3 часа траления в течение суток существенно отличались: ночью их величина колебалась от 5 до 12 т, днем – 28–35 т, CPUE составляло 7,7 т.

13 марта судно вновь возвратилось в заток «холодных вод» с ТПО $-1,1$ – $-0,8^{\circ}\text{C}$, где уловы были более устойчивыми в течение суток, но низкими и варьировали в интервале 7–15 т за 2–3 часа траления.

Во второй половине марта судно перешло в группу судов на участок, расположенный на расстоянии около 7 миль от полуострова Тринити на траверзе берега Палмер. Флотилия из 5 судов располагалась в направлении на восток от этого участка на протяжении 30–40 миль. Облов криля выполнялся в слое 10–45 м. Уловы были стабильными и составляли 12–40 т за 1,5–3 часа траления. В уловах преобладали рачки с длиной тела 41–45 мм, средней массой 0,52–0,68 г. ТПО была отрицательной (в среднем минус $0,63^{\circ}\text{C}$).

В марте, как и в феврале, рачки продолжали активно питаться, но при этом имели бесцветную прозрачную или светло-зеленую печень. В таком физиологическом состоянии эвфаузииды были пригодны для выпуска пищевой продукции, поэтому производство крилевой муки с этого момента было прекращено и начато изготовление бланшированного мяса криля.

Крилевая флотилия в марте в водах пролива Брансфилд состояла из 8–10 промысловых судов, работавших под флагами Китая (2–3 судна), Норвегии (3), Республики Корея (1–2), Чили (1) и Украины (1 судно).

Апрель. В первой декаде апреля промысел криля велся в районе Антарктического полуострова на участке шельфа с координатами $63^{\circ}03'$ – $63^{\circ}38'$ ю.ш., $058^{\circ}24'$ – $058^{\circ}48'$ з.д. в горизонтах от 17 до 260 м в водах с ТПО от $-0,7^{\circ}$ до $-1,0^{\circ}\text{C}$ в группе из 7–10 судов. Протяженность скоплений достигала 3–6 миль, и на экране поисковой аппаратуры они фиксировались в виде ленты (рис. 5).

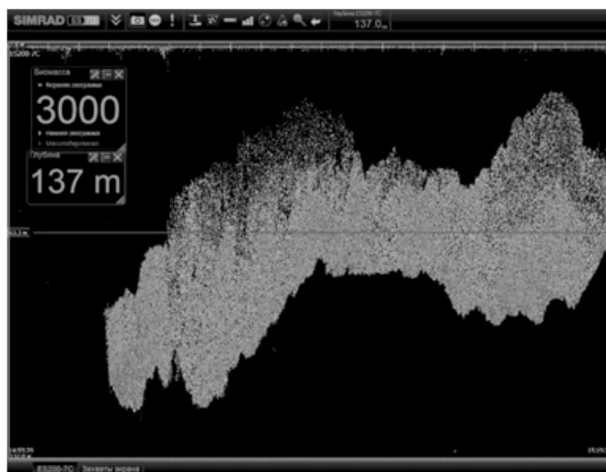


Рис. 5. Скопления криля в виде ленты днем в проливе Брансфилд, апрель, 2015 г.

Fig. 5. The krill aggregations in the form of ribbon in the Bransfield Strait during daytime, April, 2015

Суточные уловы достигали 200–233 т. Средний показатель CPUE составил 11,6 т/час. В уловах присутствовал криль со средними значениями длины и массы 44,8 мм и 0,62 г соответственно.

В начале второй декады апреля по причине штормовой погоды произошло снижение величины суточных уловов до 10–37 т, а уловы на усилие в среднем равнялись 5,7 т/час. Поиски скоплений криля в западном направлении вдоль Антарктического полуострова и затем в обратном направлении, на расстоянии от берега до 6,5 миль не дали положительных результатов. Промысловые скопления были обнаружены 13 апреля на участке с центральными координатами $63^{\circ}29'$ ю.ш., $059^{\circ}27'$ з.д. над глубинами 600 м, которые локализовались на горизонте 280 м. Подтверждением наличия скоплений криля была группа синих китов *Balaenoptera musculus* присутствовавшая в районе промысла и состоявшая из 20 особей.

Затем РКТ-С «Море Содружества» и группа из 4–5 судов переместились западнее на участок с координатами $63^{\circ}05'$ – $63^{\circ}13'$ ю.ш., $058^{\circ}52'$ – $059^{\circ}10'$ з.д. на глубины 90–300 м и вели промысел до конца месяца. Здесь ТПО была более низкая до $-1,4^{\circ}$ по сравнению с предыдущим участком.

Суточная добыча криля колебалась от 124 т до 240 т, за траление – от 5 до 38 т. При этом уловы в дневное время превышали ночные в 2–3 раза, а в отдельные сутки в 6 раз. На участке промысла по-прежнему присутствовал среднеразмерный криль (средняя длина 43,24 мм, средняя масса 0,56 г). В целом в апреле промысловая ситуация была на уровне марта. Средний улов на усилие составил 9,5 т/час и 133 т за судно-сутки лова, что выше аналогичного периода 2014 г. (8,3 т/час и 110,5 т соответственно) (Жук, Корзун, 2014). Так как в уловах отсутствовали эвфаузииды с зеленым цветом печени и с жестким панцирем, судно продолжало выпуск пищевой продукции в виде бланшированной говядины. В апреле на промысле криля в проливе Брансфилд работало 11 судов из 5 стран.

Май. 1–15 мая судно работало на участке с координатами 63°08'-63°13' ю.ш., 058°56'-059°10' з.д. над глубинами 100–300 м в группе из 3–6 траулеров. Облов криля выполнялся в горизонтах 18–115 м. Уловы на протяжении первой декады мая колебались от 140 т до 233 т в сутки и зависели в основном от количества выполненных тралений и погодных условий. Величина ночных уловов колебалась от 7 до 15 т за 1–3 часа траления, а дневных – от 15 до 34 т за 1–2,5 часа. Средний показатель СРУЕ составлял 7,3 т/час. В уловах, наряду со среднеразмерным крилем, начал появляться мелкий, доля которого по сравнению с апрелем увеличилась с 35,1% до 50%.

4 мая на участок промысла прибыл китайский траулер «Long Da». Это было 12-е судно, участвующее в промысле криля в этом сезоне. Суда работали на участке площадью около 40 миль². В отдельные моменты на ограниченном участке площадью 12 миль² одновременно концентрировалось до 5 судов. Особо следует отметить, что юго-западнее от основной группы флота на расстоянии 100–120 миль вели промысел два норвежских судна «Antarctic Sea» и «Saga Sea». В первой половине мая произошло резкое понижение ТПО от -1,4° до -1,8°C, что вероятно было обусловлено вторжением с востока холодных вод моря Уэдделла, с которыми дрейфовал на промысловые участки и мелкий криль.

В период с 16 по 24 мая в ожидании бункеровки было потеряно 9 промысловых суток, за которые можно было добыть 1,5–2 тыс. т криля.

25 мая, возвращаясь с бункеровки, не тратя время на поиск скоплений криля, а ориентируясь на местоположение крилевой флотилии, РКТ-С «Море Содружества» пересек обширное поле блинчатого льда протяженностью до 10 миль и прибыл в группу из 7 судов, работавших на высокопроизводительном восточном участке пролива (63°06'-63°18' ю.ш., 058°59'-059°09' з.д.) Этот факт в очередной раз показывает, что при использовании традиционной технологии тралового лова криля ведение промысла рачков группой судов имеет преимущество над работой автономно. В период 25–28 мая лов выполнялся в слое 20–190 м над глубинами 140–600 м. Интенсивное поступление холодных вод с ТПО -1,8°–2,0° из моря Уэдделла привнесло на участки промысла значительное количество молоди криля, которое составляло в уловах до 68,7% (рис. 6).

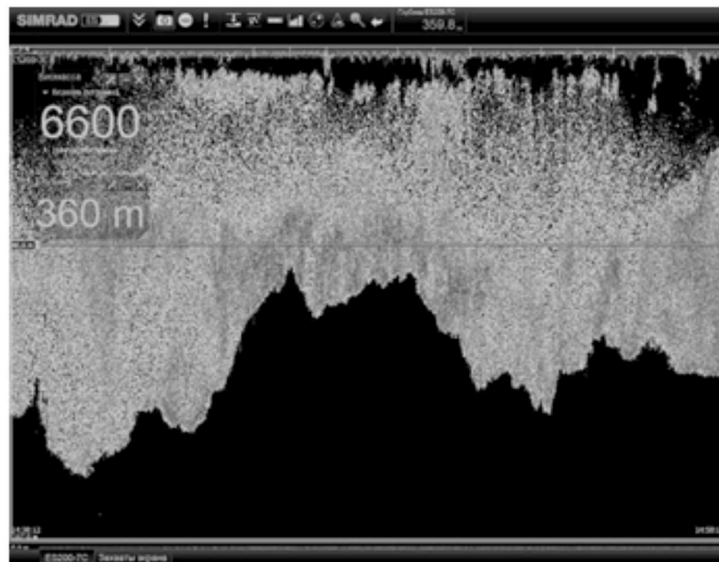


Рис. 6. Плотные скопления молоди криля днем в проливе Брансфилд, май 2015 г.

Fig. 6. The dense aggregations of krill juveniles in the Bransfield Strait during daytime, May, 2015

Средние значения длины и массы рачков уменьшились до 38,9 мм и 0,37 г соответственно. Скопления были более устойчивыми, чем на других участках в подрайоне 48.1, а различия между дневными и ночными уловами минимальными, при этом уловы за 1–2 часа траления колебались от 12 до 45 т. Средний улов на стандартное промысловое усилие (CPUE) оказался наибольшим за весь период промысла в подрайоне 48.1 и составил 17 т/час. Аналогичная ситуация, т. е. слабые различия между величиной уловов в светлое и темное время суток, отмечалась в мае 2006 г. (Жук, 2011/2012), при этом CPUE равнялось 25 т/час, чего не наблюдалось в 2014 г. (CPUE – 7,9 т/час) (Жук, Корзун, 2014). Таким образом, на указанном участке, начиная с 2004 г., периодически формировались промысловые скопления криля, привносимого сюда водами из моря Уэдделла. Косвенным подтверждением этого является поступление плавающего льда на участки лова с востока.

28 мая был достигнут пороговый уровень общего улова криля в подрайоне 48.1 равный 155 тыс. т. Согласно Мере по сохранению 51–07 (2014) АНТКОМ промысел криля в нем был закрыт, и промысловые суда покинули подрайон 48.1.

В мае в проливе Брансфилд на промысле работали суда из 5 стран – Китая (5 судов), Норвегии (3), Республики Корея (2), Украины (1) и Чили (1 судно).

В целом сырьевая база криля и промысловая обстановка в сезон 2015 г. у Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд для судов, работавших по традиционной траловой схеме лова, была на уровне среднееголетних значений.

Подрайон 48.3. Остров Южная Георгия. В предшествующие годы обычно наиболее благоприятная промысловая обстановка в мае-июне наблюдалась северо-восточнее острова Южная Георгия на участке с координатами 53°40'-54°10' ю.ш., 035°30'-036°00' з.д., а в июле-сентябре – к северу или северо-западу от него. Эта тенденция пространственного изменения основных районов промысла отражает дрейф скоплений криля в западном направлении в системе прибрежного течения. Июнь 2015 г. не явился исключением.

Промысловые работы в районе о. Южная Георгия выполнялись с 4 по 23 июня на северо-восточном участке островного шельфа (53°54'-54°13' ю.ш., 035°35'-035°55' з.д.) над глубинами 157–250 м. Горизонты лова на протяжении суток существенно отличались: ночью облов криля осуществлялся в слое 60–120 м, днем – 170–220 м. Скопления рачков на экране поисковой аппаратуры в светлое время суток имели вид плотной непрерывной ленты, располагавшейся у дна (рис. 7).

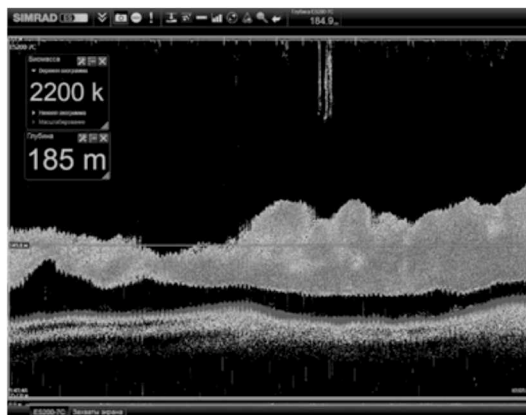


Рис. 7. Скопления криля днем в придонном слое воды в районе о. Южная Георгия, июнь 2015 г.

Fig. 7. The krill aggregations in the bottom water layer in the vicinity of South Georgia Island, June, 2015.

Нижняя граница ее располагалась в непосредственной близости от грунта на глубине максимум 250 м. Как и в прошлые годы, с наступлением сумерек скопления криля разрушались, рачки в течение 20-30 минут перемещались в подповерхностный слой океана на глубины 50–150 м, где в течение ночи плотных скоплений не образовывали. Уловы вследствие этого в темное время суток (5–10 т за траление) были ниже дневных (12–35 т за траление).

17–18 июня над районом прошел глубокий циклон. Штормовая погода негативно повлияла на дальнейший ход работ. Шторма разрушают скопления криля в эпипелагиали, которые через несколько дней после шторма восстанавливаются (Самышев, 1991). 19 июня, возвратившись на прежний участок, судно возобновило промысел. Произошло уменьшение средних уловов за судно-сутки

лова с 170 т до 81 т, среднее значение CPUE снизилось до 5,4 т/час. Особенно сильно уменьшились уловы в темное время суток, величина дневных уловов превышала ночные до 12 раз. Агрегации криля локализовались на ограниченном участке, в результате чего четыре судна вынуждены были работать на акватории площадью около 8–10 миль².

Средние уловы на стандартное промысловое усилие (CPUE) за весь период работ с 4 по 23 июня составили 7,9 т/ч, за судно-сутки лова 95,6 т (табл. 1), и были близки к аналогичным показателям прошлого сезона (7,5 т/час и 110 т соответственно) (Жук, Корзун, 2014).

Промысловая флотилия в июне в подрайоне 48.3 состояла из 5 судов, в том числе: два норвежских судна и по одному от Республики Корея, Украины и Чили.

В уловах преобладал криль средних размеров (50%), доля мелкого и крупного составляла 31,8% и 18,2% соответственно. Модальный класс был представлен рачками длиной 43–45 мм. Средняя длина и масса равнялись 43,54 мм и 0,54 г.

23 июня во второй половине суток погодные условия резко ухудшились, уловы понизились ниже рентабельных, вследствие чего судно прекратило промысел и последовало в порт Монтевидео (Уругвай).

Таким образом, промысловые показатели на лову антарктического криля в подрайоне 48.3 о. Южная Георгия в июне 2015 г. для судов типа РКТ-С «Море Содружества» были ниже их среднелетнего уровня.

3.3. Гидрометеорологические условия в районах промысла

Образование скоплений криля в значительной степени зависит от особенностей атмосферной циркуляции в АчА, обуславливающей изменение направления и скорости течений в районах промысла, а также рельефа дна, способствующего образованию вихрей, в которых концентрируются рачки (Бибик, Брянцев, 2007). В АчА в эпипелагиали в районах промысла криля отмечаются две основные водные массы – теплые воды Антарктического циркумполярного течения и холодные воды моря Уэдделла. Взаимодействуя друг с другом, они образуют вторичную фронтальную зону и линзы холодных и теплых вод, которые являются причиной мозаичного распределения скоплений зоопланктона различных таксономических групп, в том числе копепод, эвфаузиид и салп, главных потребителей первичной продукции (Воронина, 1990), и скоплений криля, различающихся по размерному составу рачков (Sologub, Remeslo, 2011).

3.3.1 Подрайон 48.1. Южные Шетландские острова и пролив Брансфилд

Февраль. На северо-восточном промысловом участке пролива Брансфилд судно работало с 9 по 11 и 23 февраля (см. раздел 3.2). В этот период преобладали ветры восточных направлений повторяемостью 87,5%, среди них доминировал восточный ветер (65,2%) (рис. 8). Скорость ветра варьировала от 0,2 до 14,1 м/с и в среднем составляла $8,6 \pm 1,26$ м/с. Наиболее часто отмечалась скорость ветра 8–12 м/с (77,8%). Температура воздуха изменяясь в интервале 0,1–0,6°C, в основном была 0,1–0,4 °C (88,9%), средняя составляла $0,3 \pm 0,06$ °C. ТПО колебалась в пределах от -0,4 до 0,1°C, преобладали отрицательные значения -0,4– -0,1°C (66,7%), средняя ТПО равнялась минус $0,14 \pm 0,07$ °C. Атмосферное давление колебалось в небольших пределах 975–989 мб и в среднем составляло $978 \pm 1,5$ мб.

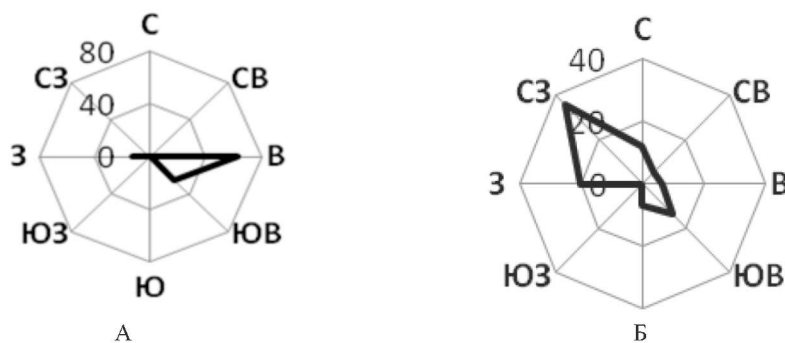


Рис. 8. Повторяемость направлений ветра в феврале на промысловых участках в проливе Брансфилд (А), и о. Мордвинова (Elephant) (Б)

Fig. 8. Recurrence of wind directions on the fishing grounds in the Bransfield Strait (A) and Mordvinova (Elephant) Island (B) in February

В районе о. Мордвинова (Elephant) наблюдения проводились с 15 по 28 февраля (за исключением 23 февраля, когда судно работало в проливе Брансфилд) (рис 2). На промысловых участках преобладали ветры западных румбов (55,9%; рис. 3), наиболее часто наблюдался северо-западный ветер (35,6%). Скорость ветра изменялась в интервале 0,2–20 м/с, в основном от 2 до 10 м/с (59%), средняя скорость составляла $8,2 \pm 0,64$ м/с. Температура воздуха варьировала в пределах от $-3,3$ до $3,5^\circ\text{C}$, в основном отмечались значения $1,0$ – $3,0^\circ\text{C}$ (59%), средняя была $1,1 \pm 0,21^\circ\text{C}$. ТПО составляла $0,8$ – $2,2^\circ\text{C}$, преобладали значения $1,4$ – $2,0^\circ\text{C}$ (69,3%), средняя равнялась $1,5 \pm 0,05^\circ\text{C}$. Атмосферное давление варьировало в небольших пределах от 980 до 998 мб, наиболее часто от 985 до 998 мб (89%), в среднем было $991 \pm 0,6$ мб.

24 февраля в течение суток поиск криля проводился западнее о. Ватерлоо (George) (рис. 2). Дул сильный западный ветер ($10,6$ – $20,2$ м/с, средняя $16,5 \pm 1,1$ м/с). Температура воздуха составляла $1,1$ – $1,6^\circ\text{C}$, средняя $-1,3 \pm 0,07^\circ\text{C}$. ТПО была $1,4$ – $1,5^\circ\text{C}$, средняя $1,47 \pm 0,02^\circ\text{C}$. Атмосферное давление составляло 983–995 мб, среднее значение – $987 \pm 1,9$ мб.

Таким образом, в феврале гидрометеорологические условия на промысловых участках в проливе Брансфилд и западнее о-вов Мордвинова и Ватерлоо значительно различались по преобладающим направлениям ветра, по температуре воздуха и ТПО: в проливе доминировал ветер восточных, в районе островов – западных направлений, температура воздуха на северо-востоке пролива была положительной, но близкой к нулю – у островов положительной или отрицательной и в среднем выше, чем на северо-восточном участке пролива. ТПО в проливе была отрицательной, а у островов положительной.

Март–май. В начале этого периода (3–5 марта) поисково-промысловые работы проводились севернее о. Смоленск (Livingston) (рис. 2). Над акваторией преобладали ветры северных направлений (64,3%), наиболее часто наблюдался северо-западный (35,7%) (рис. 9). Доля ветров восточных направлений тоже была значительной (42,9%), среди них доминировал восточный ветер (35,7%). Их скорость колебалась от 0,2 до 8,8 м/с, наиболее часто была 2–8 м/с, средняя равнялась $5,0 \pm 0,7$ м/с. Температура воздуха варьировала от $-0,9$ до $2,9^\circ\text{C}$, преобладала $0,8$ – $2,5^\circ\text{C}$, средняя составляла $1,2 \pm 0,3^\circ\text{C}$. ТПО изменялась в узком интервале $1,1$ – $1,5^\circ\text{C}$, средняя была $1,2 \pm 0,03^\circ\text{C}$ и равнялась средней температуре воздуха. Атмосферное давление колебалось в небольших пределах 979–992 мб, среднее значение составляло $98 \pm 6 \pm 1,1$ мб.

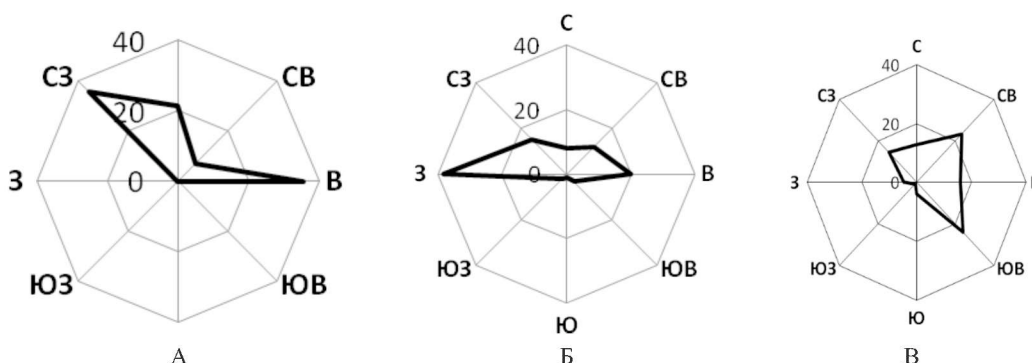


Рис. 9. Повторяемость направлений ветров на промысловых участках севернее о. Смоленск (Livingston) (А, март), на юго-восточном участке пролива Брансфилд (Б, март-май) и на северо-восточном шельфе о. Южная Георгия (С, июнь 2015 г.)

Fig. 9. Recurrence of wind directions on the fishing grounds northward from Smolensk (Livingston) Island (A, March), in the south-eastern part of the Bransfield Strait (B, March-May) and on the north-eastern shelf of South Georgia Island (C, June, 2015)

С 6 марта по 28 мая РКТ-С «Море Содружества» работал в проливе Брансфилд на юго-восточном участке (см. раздел 3.2). В течение всего периода промысла преобладали ветры западных направлений (55,5%), доминировал западный (38,3%; рис. 9; табл. 2). Значительную долю составляли восточные ветры (35,4%). Скорость ветра варьировала в интервале 0,1–30,0 м/с, в основном была 0,2 до 12,0 м/с (82,2%), средняя скорость по месяцам колебалась от 7,1 до 8,3 м/с. Температура воздуха изменялась в пределах $-6,2$ – $4,4^\circ\text{C}$. Ее средние значения от марта к маю уменьшались от 0,0 до $-2,1^\circ\text{C}$. ТПО варьировала от $-2,0$ до $0,1^\circ\text{C}$. Средние значения ТПО также от марта к маю уменьша-

лись от $-0,5$ до $-1,5^{\circ}\text{C}$ (табл. 2). Атмосферное давление варьировало от 956 до 1023 мб. Средние значения атмосферного давления от марта к маю увеличивались от 988 до 997 мб.

Скопления криля в проливе Брансфилд в марте иногда располагались на локальных участках со значительными различиями ТПО, т.е. в «теплых» ($0,1-0,8^{\circ}\text{C}$, средняя $0,4^{\circ}\text{C}$) или «холодных линзах» ($-1,1-0,8$, средняя $-0,9^{\circ}\text{C}$).

Таблица 2

Гидрометеорологические условия на юго-восточном участке пролива Брансфилд

Характеристика	Март	Апрель	Май
Направление ветра, румбы (%)	3 (35,3)	3 (33,5)	3 (46,8)
Скорость, м/с	0,2-27/8,3 \pm 0,36	0,1-22,2/7,1 \pm 0,34	0,2-30/7,6 \pm 0,40
T $^{\circ}\text{C}$ воздуха	-3,4- 4,4/0,0 \pm 0,11	-5 - 2,6/-1,2 \pm 0,11	-6,2 - 2,1/-2,1 \pm 0,11
ТПО $^{\circ}\text{C}$	-1,1 - 0,9/-0,5 \pm 0,04	-1,5 - 0,8/ -1,1 \pm 0,02	-2,0 - 0,1/ -1,5 \pm 0,04

Температура воздуха и ТПО на промысловых участках в проливе Брансфилд в апреле и мае 2015 г. в среднем были выше, чем в этот период 2014 г. и лед, хотя и дрейфовал с восток на участки лова в конце мая, не мешал промыслу. В целом гидрометеорологические условия в районе Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд в период с февраля по май 2015 г. не препятствовали ведению промысла.

3.3.2 Подрайон 48.3. о. Южная Георгия

В районе о. Южная Георгия наблюдения проводились с 4 по 23 июня на северо-восточном промысловом участке островного шельфа. В период работ преобладали ветры восточных румбов (63,2%), доминировал юго-восточный или северо-восточный ветер (24,0% и 23,2% соответственно (рис. 9). Скорость ветра изменялась от 1,1 до 28,0 м/с, преобладали значения 2-10 м/с (62,4%), в среднем она составляла $8,9\pm 0,55$ м/с. Температура воздуха колебалась от $2,9$ до $-3,6^{\circ}\text{C}$, преобладали значения $-1,0-0,5^{\circ}\text{C}$ (56,5%), средняя температура воздуха равнялась $-0,3\pm 0,11^{\circ}\text{C}$. ТПО на участках лова варьировала в интервале $-0,3-2,1^{\circ}\text{C}$, преобладали положительные значения $0-1,4^{\circ}\text{C}$, средняя ТПО составляла $0,6\pm 0,05^{\circ}\text{C}$. При продвижении по району с севера на юг, ТПО уменьшалась от $1,4^{\circ}\text{C}$ до $0,1^{\circ}\text{C}$. Атмосферное давление колебалось от 961 до 1024 мб, составляя в большинстве случаев 985–1005 мб (66,4%), среднее атмосферное давление равнялось $994\pm 1,2$ мб.

На северо-восточном промысловом участке находилось от 6 до 10 айсбергов, некоторые из них были неподвижны, так как вероятно «сидели на мели», на юго-восточном участке шельфе наблюдалось 30–40 айсбергов длиной до 100 м, отсутствовавшие в это время года в сезоны 2013 и 2014 гг.

3.4. Биологическая характеристика криля

Остров Мордвинова (Elephant). Во второй половине февраля над островным шельфом локализовались крупные эвфаузииды с модальными классами 53–55 мм, средней длиной 52,3 мм и средним весом 1,04 г при наиболее высоких средних значениях ТПО – $1,5^{\circ}\text{C}$ (табл. 3, рис. 10). Самки в среднем были крупнее самцов. Большинство особей находились в нерестовом состоянии на стадии спаривания и активно питались. Соотношение полов было близким 1:1. Криль распределялся в толще воды отдельными косяками (рис. 11) и больших скоплений не образовывал.

Таблица 3

Биологические характеристики криля в АЧА влетне-зимний период 2015 г.

Участок	Длина тела мин.-макс./ сред. мм	Модальный класс	Средний вес, г	Преобл. стадия зрелости, %	Преобл. балл наполн. желудка, %
1	2	3	4	5	6
о. Мордвинова, февраль	37-61/52,3 \pm 0,08	53-55	1,04	♂ IV, 63; ♀ IV, 93	IV 88

1	2	3	4	5	6
о. Ватерлоо, февраль	36-56/48,0±0,39	45-47	0,82	♂ VI, 31; ♀ VI, 35	IV 96
о. Смоленск, март	36-56/46,7±0,13	45-47	0,68	♂ II, 58; ♀ V, 33	IV93
п. Брансфилд, февраль	30-53 /43,1±0,20	43-45	0,59	♂ VI, 48; ♀ VI 57	IV 91
март	29-56/42,9±0,09	41-43	0,53	♂ II, 76; ♀ II 81	IV 60
апрель	24-59/43,6±0,11	41-43	0,57	♂ II,80; ♀ II87	IV 38
май	25-57/40,6±0,11	39-41	0,45	♂ II,75 ♀ II85	0 30
о. Южная Георгия, июнь	30/58/43,6±0,10	43-45	0,54	♂ II,78 ♀ II 95	0 46

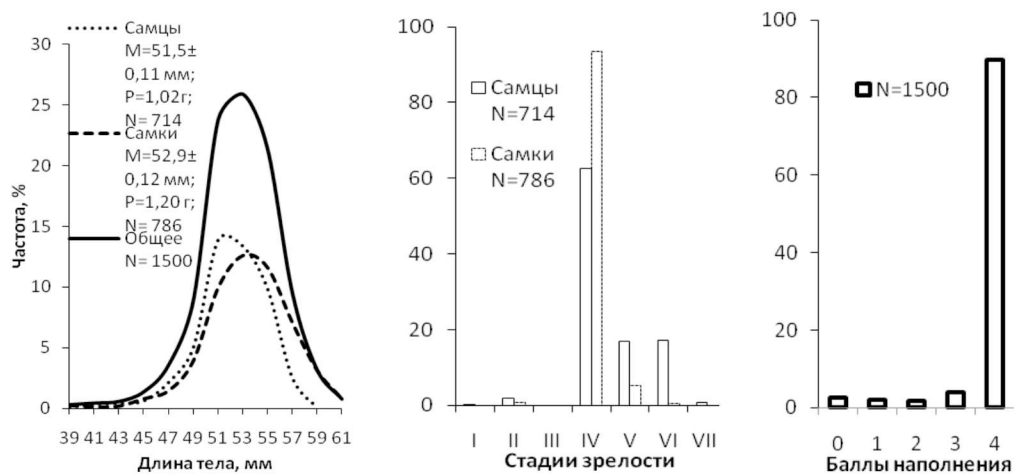


Рис. 10. Биологическая характеристика криля в районе о. Мордвинова в феврале 2015 г.

Fig. 10. Biologic characteristics of the krill in the vicinity of Mordvinova (Elephant) Island in February, 2015



Рис. 11. Скопление нерестающегося криля в районе о. Мордвинова (Elephant) у поверхности океана в предутренние часы в феврале 2015 г.

Fig. 11. The aggregation of spawning krill in the vicinity of Mordvinova (Elephant) Island at the ocean surface during predawn hours in February, 2015

Остров Ватерлоо (George). Рачки были несколько мельче, чем в районе о. Мордвинова, их модальная длина составляла 45-47 мм, при средних величинах – 48,0 мм и 0,82 г (табл. 3, рис. 12). Самцы в среднем крупнее самок. Средняя ТПО 1,5°C. У рачков наблюдался нерест, отмечалось значительное количество отнерестившихся особей. Соотношение полов 1:1. Питался криль активно фито- и зоопланктоном (табл. 3, рис. 11).

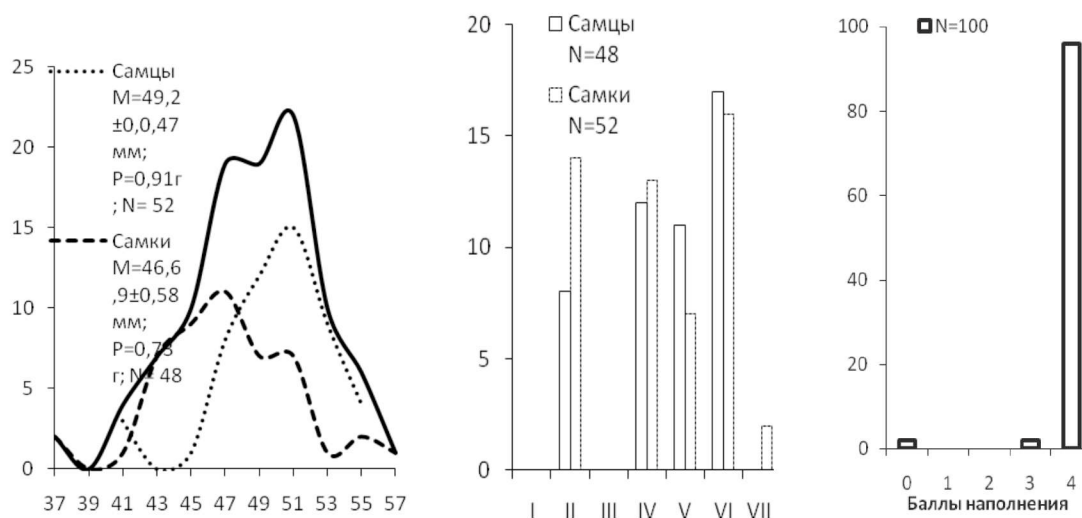


Рис. 12. Биологическая характеристика криля в районе о. Ватерлоо (George) в феврале 2015 г.

Fig. 12. Biological characteristic of the krill in the vicinity of Waterloo (George) Island in February, 2015

По возвращении (25–26 февраля, 2 марта) к о. Мордвинова на неритические участки, где ранее успешно велся промысел криля, скоплений обнаружено не было. Концентрации рачков отмечались в районе о. Ватерлоо (George) в океанической зоне над глубинами 1800–3770 м. Это был крупноразмерный нерестящийся криль с модой 53–55 мм и средней длиной 53,3 мм, средней массой 1,20 г. Соотношение количества самок к самцам было 3:2, что обуславливалось естественной убылью отнерестившихся самцов после спаривания. Подтверждением этому служили оплодотворенные самки, несущие на теликуме 2–4 сперматофора. Наблюдаемый нами процесс нереста *E. superba* как в неритической, так и в океанической зоне убедительно подтвердил представление Дж. Марра (Marr, 1962) о протекании нереста в верхнем слое океана. На протяжении февраля – начала марта криль активно питался, имел зеленую печень. Суточные пики активности питания не отмечались. Поэтому кормовой фактор при высокой степени наполнения желудков не оказал влияния на суточную динамику уловов.

Остров Смоленск (Livingston). Севернее острова (61°55' ю.ш., 059°28' з.д.) криль имел модальные размеры те же, что в районе о. Ватерлоо (George) 45-47 мм, но его средняя длина тела и вес были меньше – 46,7 мм и 0,68 г соответственно, самцы в среднем крупнее самок (табл. 3, рис. 13). Соотношение полов близко 1:1. Средняя ТПО еще меньше – 1,2°C, чем в районе о. Ватерлоо. Хотя среди самок преобладали особи на V зрелости, большинство самцов в начале марта уже закончили размножение. Животные активно питались. Большинство желудков были заполнены фитопланктоном. Печень рачков имела зеленый цвет.

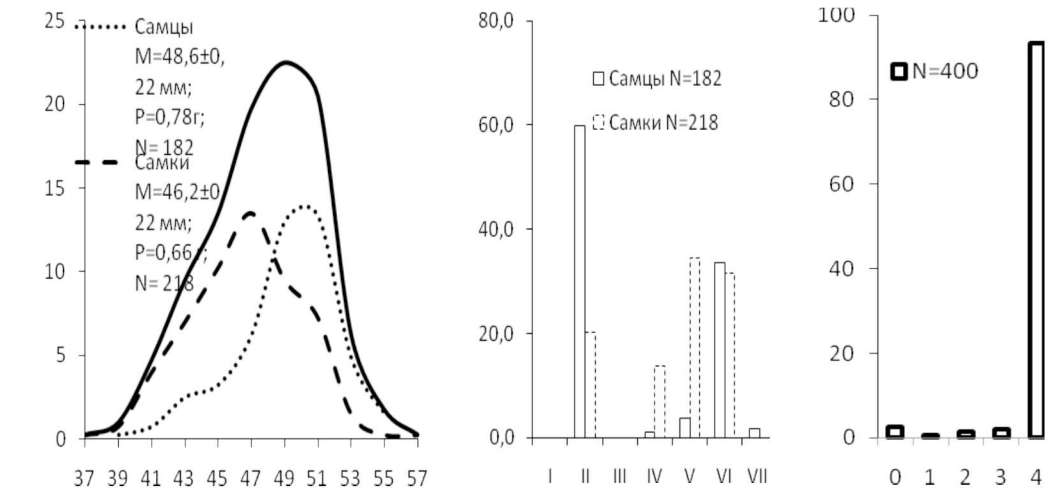
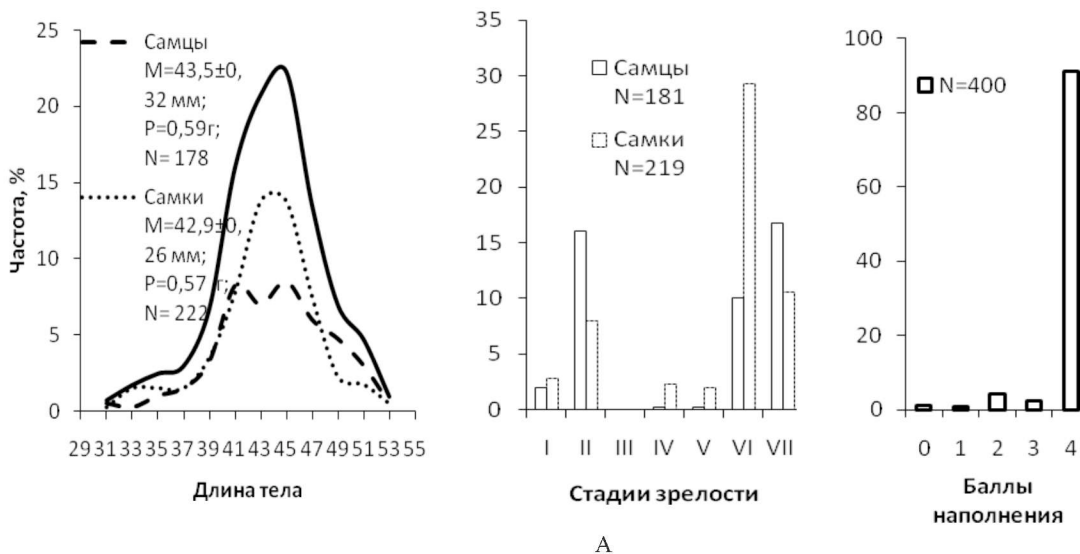


Рис. 13. Биологическая характеристика криля в районе о. Смоленск (Livingston) в марте 2015 г.

Fig. 13. Biologic characteristics of the krill in the vicinity of Smolensk (Livingston) Island in March, 2015

Пролив Брансфилд. В проливе Брансфилд с февраля по май криль имел наименьшие размеры тела: средняя длина тела варьировала от 40,6 до 43,6 мм, средний вес от 0,45 до 0,59 г, модальные классы от 39–41 мм до 43–45 мм. Модальная и средняя длина, а также вес тела в течение четырех месяцев уменьшались (табл. 3, рис. 14 и 15). Это происходило потому, что крупные особи погибали после нереста, а кроме этого, скопления рачков в проливе Брансфилд, вероятно, пополнялись молодь из ближайших районов в основном из моря Уэдделла.



А

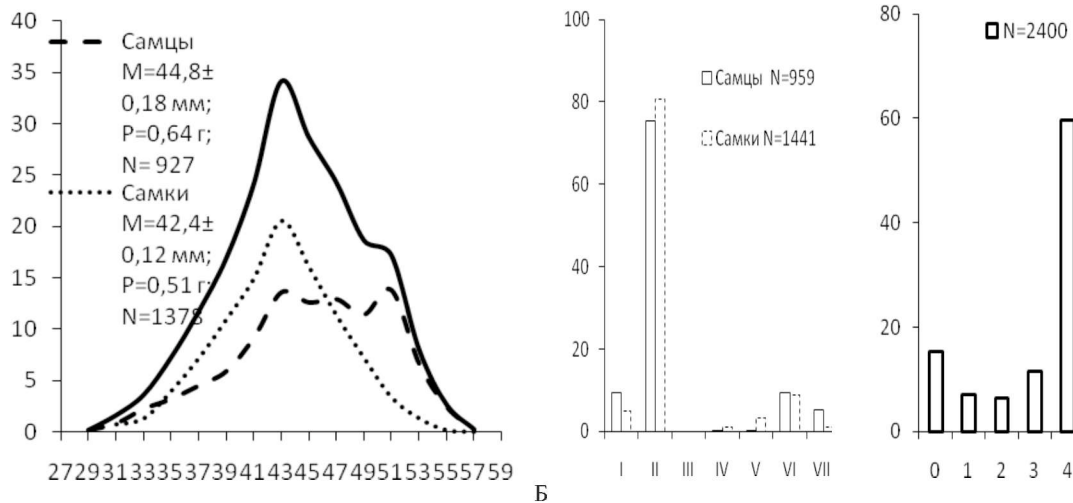


Рис. 14. Биологическая характеристика криля в проливе Брансфилд в феврале (А) и марте (Б) 2015 г.
 Fig. 14. Biologic characteristics of the krill in the Bransfield Strait in February (A) and March (B), 2015

В феврале и марте наблюдалось завершение нереста – количество половозрелых особей уменьшалось как у самцов, так и у самок, а неполовозрелых увеличивалось (табл. 3, рис. 14). Скопления являлись нагульными и состояли в основном из отнерестившихся рачков. Самки преобладали над самцами в соотношении 3:2. Снижение наполнения желудков криля пищей, вероятно, обуславливалось уменьшением количества фитопланктона в связи с завершением его продукционного цикла.

В апреле и мае биологическое состояние рачков изменялось мало. В популяции доминировали особи с незрелыми половыми продуктами (на стадиях I и II), которые образовывали плотные скопления (рис. 5, 15). Соотношение полов было 1:1. Хотя большинство рачков в желудках содержали пищу, наиболее часто – фитопланктон, доля особей с пустыми желудками достигала 30% (табл. 3, рис. 15), тогда как в феврале их было около 3% (рис. 14 А).

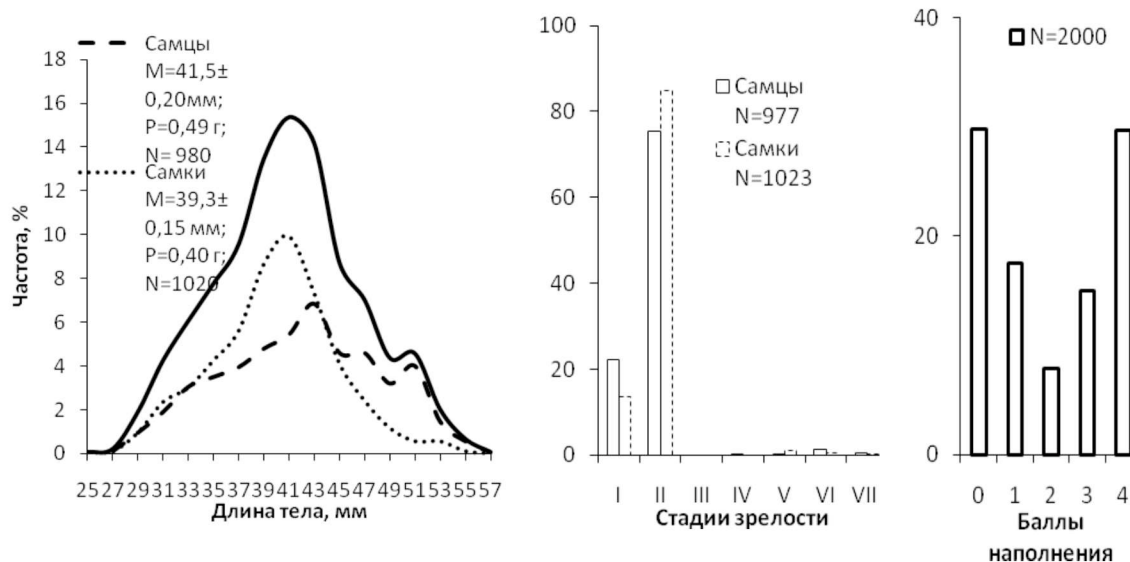


Рис. 15. Биологическая характеристика криля в проливе Брансфилд в мае 2015 г.
 Fig. 15. Biologic characteristics of the krill in the Bransfield Strait in May, 2015

Для анализа возрастного состава скоплений криля применяли размерно-возрастной ключ, предложенный Е. А. Пахомовым (Pakhomov, 1995). Летом и весной южного полушария в подрайоне 48.1 уловах встречался криль в возрасте от +1 до 5+ лет. На шельфе о. Мордвинова (Elephant) в уловах доминировали рачки в основном в возрасте 4+ и 5+; в районе о. Ватерлоо (George) 3+ и 4+, причем возрастная группировка 4+ была более многочисленной, чем 3+, кроме этого, встречались рачки в возрасте 2+; около о. Смоленск (Livingston) – у самцов доминировали особи в возрасте 4+, у самок 3+. В приливе Брансфилд уловы состояли из рачков разного возраста 1+, 2+, 3+, 4+ и 5+, однако преобладали особи в возрасте 3+ и 4+.

Остров Южная Георгия. В июне на северо-восточном участке островного шельфа в уловах преобладал криль средних размеров (50 %) с модальным классом 43–45 мм. Доля мелких и крупных рачков равнялась 31,8 % и 18,2 % соответственно (табл. 3, рис. 16). Средняя длина и масса эвфаузиид составляли 43,6 мм и 0,54 г. В популяции криля абсолютно доминировали особи с незрелыми половыми продуктами. Рачки в состоянии диапаузы на стадиях V и VII отсутствовали, что свидетельствовало о более раннем окончании размножения в подрайоне 48.3 по сравнению с 48.1, где отнерестившиеся особи встречались до конца мая (рис. 15 и 16). Средние баллы наполнения желудков криля колебалась в широком диапазоне от 0,5 баллов в светлое время суток (14-16 час.) до 3 баллов в ночное (00–02 час.), т. е. имела место четко выраженная суточная ритмика питания. Печень рачков имела светло-зеленую окраску или была прозрачной.

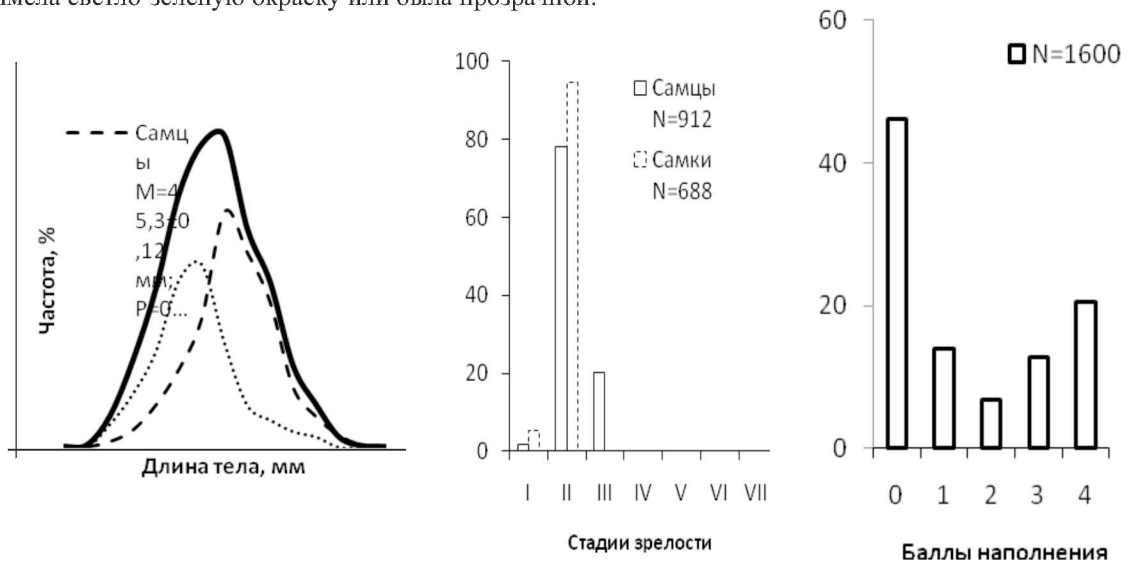


Рис. 16. Биологическая характеристика криля в районе о. Южная Георгия в июне 2015 г.

Fig. 16. Biologic characteristics of the krill in the vicinity of South Georgia Island in June, 2015

Возрастной состав популяции формировали рачки в возрасте 2+, 3+ и 4+, однако доминировали трехлетки (3+).

4. Обсуждение

На промысле антарктического криля *Euphausia superba* в текущем промысловом сезоне, как и в прошлом, работали суда пяти стран – Китая (2–5 судов), Норвегии (3), Республики Корея (1–2), Украины и Чили по – 1 судну. Общий улов крилевой флотилии в завершившемся сезоне оказался значительно меньше, чем в прошлом году – 221 тыс. т против 294 тыс. т соответственно. Основной причиной этого являются гидрометеорологические условия в районах промысла, и главным из них, вероятно, было состояние атмосферной циркуляции в АчА. В целом благоприятными факторами для успешного промысла в АчА и в частности в подрайоне 48.1 являются усиление меридиональных атмосферных переносов, а в 48.2 и 48.3 наоборот – зональных (Бибик, Брянцев, 2007). В 2014 и 2015 гг. на участках лова у Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд преобладали ветры западных или восточных направлений, которые отражали преобладание в атмосфере зонально-

го переноса над меридиональным. В связи с этим плотность и размеры скоплений криля и, как следствие, средние уловы рачков на стандартное промысловое усилие у РКТ-С «*Море Содружества*», добывающего объект по традиционной схеме промысла, были невысокими: 8,1 и 9,1 т/час соответственно (Жук, Корзун, 2014) по сравнению с хорошим сезоном 2006 г., когда они колебались от 11,0 до 17,4 т/ч в районе Южных Шетландских островов и от 19,5 до 26,3 т/ч в проливе Брансфилд (Жук, 2011/2012). Как и в прошлые годы, скопления криля разной плотности формировались на северных участках островного или материкового шельфа и склона. Общие уловы международной крилевой флотилии в подрайоне 48.1 в 2014 и 2015 гг. также были близкими по величине – 146 тыс. т и 148 тыс. т соответственно. В целом промысловая обстановка в подрайоне 48.1 в 2015 г. по результатам работы РКТ-С «*Море Содружества*» была на среднемноголетнем уровне.

Особенно неблагоприятные ледовые условия сформировались в подрайоне 48.2 Южные Оркнейские острова, где промысловые участки были закрыты льдом, и улов криля судами всех стран за сезон составил всего 17 тыс. т.

В подрайоне 48.3 ледовые условия в 2015 г. отличались от 2013 и 2014 гг. присутствием айсбергов на северо- и юго-восточных участках островного шельфа. На промысловых участках в мае 2015 г. преобладали ветры восточных румбов, т. е. наблюдался зональный перенос воздушных масс, однако промобстановка была сложной. Скопления криля были небольшими по площади и неплотными – по данным РКТ-С «*Море Содружества*» средний СРУЕ был 7,9 т/ч т.е. выше, чем в прошлом сезоне (7,5 т/ч), когда преобладали ветра северных направлений (меридиональный перенос воздушных масс), но ниже среднемноголетнего уровня. Крилевая флотилия состояла из 5 судов. Ее общий улов за промысловый сезон 2015 г. в подрайоне 48.3 составил 37 тыс. т.

Изучение биологии криля показало, что аномальных явлений в жизненном цикле рачков в 2015 г. в подрайонах 48.1 и 48.3 не отмечалось. В феврале и марте в проливе Брансфилд и в районе Южных Шетландских островов проходил нерест рачков на различных участках акватории с разной интенсивностью и синхронно. Он сопровождался активным питанием, при этом суточная динамика степени наполнения желудков была слабо выражена или отсутствовала. К концу весны южного полушария нерест криля закончился, причем в подрайоне 48.3 он завершился раньше, чем в 48.1; наполнение желудков пищей снижалось, что вероятно отражало завершение продукционного цикла фитопланктона на обследуемой акватории.

В уловах над островным шельфом, склоном и в мористой части в районе о. Мордвинова (Elephant), о. Ватерлоо (George) и о. Смоленск (Livingston) преобладали крупные особи (особенно в первом) с модальной длиной 53-55 и 45-47 мм. Основу промыслового запаса криля на этих участках составляли рачки возраста 4+, 5+, идентифицированные с поколением 2010, 2011 гг. В силу естественной смертности рачков этой группы их биомасса в период промысла резко сократилась. Приток криля группы пополнения длиной менее 41 мм в этих агрегациях не превышал 5%, что явилось причиной низкого запаса в этих районах и, как следствие, невысоких показателей СРУЕ. Не исключено, что слабый меридиональный перенос воздушных масс с юга в последние годы не способствует выносу значительного количества не только молодежи криля, но и взрослых рачков из моря Беллинсгаузена, достаточного для формирования хороших промскоплений около Южных Шетландских островов. Важной особенностью циркуляции вод к северу от Южных Шетландских островов, оказывающей влияние на планктонные организмы, является наличие огибных течений антициклонической направленности вокруг островов. Другой особенностью гидрологического режима является наличие вторичной фронтальной зоны (ВФЗ), которая оказывает существенное влияние на мезомасштабную картину циркуляционного поля в пределах акватории промысла. Представляя собой сильно меандрирующий поток вод и следуя в генеральном восточном направлении, ВФЗ обуславливает повышенную завихренность поля течений, взаимодействуя с рельефом дна, способствует концентрированию планктонных организмов.

Размерный состав криля в уловах на юго-восточном участке пролива Брансфилд заметно отличался от размерного состава рачков в районе Южных Шетландских островов тем, что в проливе криль был мельче, чем около островов, кроме этого, средняя длина тела уменьшалась со снижением температуры поверхности океана (Корзун, Жук, 2015). Это явление у криля наблюдалось не только на всей акватории АЧА, но и на отдельных участках промысла, в частности на юго-восточном участке пролива Брансфилд, где с февраля по май средняя ТПО снижалась от минус 0,14°С до минус 1,5°С, а средняя длина тела уменьшалась от 43,1 мм до 40,6 мм соответственно. В проливе Брансфилд с февраля по май увеличивалась доля группы пополнения с 30,8% до 57,4%. Это изменение модальных и средних размеров было обусловлено, с одной стороны, естественной гибелью крупных особей после размножения, с другой – выносом мелкого криля на промысловые участки из ближайших акваторий, в основном из моря Уэдделла, о чем свидетельствовало уменьшение минимальной длины тела рачков от 31 мм до 25 мм, косвенным фактором являлось поступление плавучего льда на участки лова с востока.

В районе о. Южная Георгия размеры криля в этом сезоне (средняя длина 43,6 мм, средний вес 0,54 г) были больше и преобладали среднеразмерные особи (59,8%) в сравнении с сезоном 2014 г. (средняя длина 39,0 мм, средний вес 0,38 г), когда в уловах доминировали рачки группы пополнения, которые составляли 50% от улова (Жук, Корзун, 2014). Несмотря на хорошее пополнение популяции криля в этом районе в 2014 г., промысловые скопления в июне 2015 г. были слабыми, что обуславливалось, вероятно, отсутствием благоприятных океанографических условий для формирования плотных скоплений.

Важной характеристикой биологии криля, влияющей на результаты промысла и переработки, являлась особенность его питания. С февраля до начала марта рачки активно питались, их желудки были почти полностью заполнены пищей, в основном фитопланктоном, печень имела зеленый цвет, поэтому производство пищевой продукции было невозможно, и все уловы перерабатывались на крилевую муку. В этот период изменения степени наполнения желудков в течение суток отсутствовали, и кормовой фактор не влиял на суточную динамику уловов. Во второй половине марта на фоне ослабления интенсивности питания криля, что выражалось в уменьшении наполнения желудков пищей, цвет печени рачков менялся от светло-зеленого до прозрачного, что позволяло производить из сырья не только муку, но и пищевую продукцию в виде бланшированного мяса криля.

Таким образом, анализ работы РКТ-С «Море Содружества», гидрометеорологических условий и биологии криля в АЧА в 2015 г. показывает, что в прошедший сезон промысловая обстановка для судов, добывавших криль по традиционной схеме лова, была на уровне среднемноголетней или ниже ее. В связи с тем, что в 2014 и 2015 гг. в подрайоне 48.1, в особенности около Южных Шетландских островов, не отмечались интенсивные меридиональные атмосферные переносы и значительное количество рачков группы пополнения как предпосылки хорошей промысловой обстановки в следующем промсезоне, нет оснований ожидать в 2015/2016 гг. ее значительного улучшения. В подрайоне 48.3, несмотря на хорошее пополнение скоплений молодью в 2014 г., промысловая обстановка в 2015 г. была неудовлетворительной, скорее всего по причине отсутствия благоприятных океанографических условий, поэтому ожидать ее улучшения в 2016 г. также проблематично. Общий улов криля в АЧА в 2016 г. может быть увеличен в основном за счет добычи рачков в подрайоне 48.2, промысловые участки которого в прошедшем промсезоне были закрыты льдом, или за счет оборудования судна системой непрерывного лова, позволяющей эффективно работать на концентрациях рачков, облов которых по традиционной схеме промысла является нецелесообразным.

5. Выводы

В 2015 г. на промысле криля в атлантической части Антарктики работали суда под флагами 5-ти стран, в том числе: Китая (2–5 судов), Норвегии (3), Республики Корея (1–2), Украины (1) и Чили (1 судно). Общий улов международной крилевой флотилии составил 202 тыс. т, что было меньше, чем в 2014 г., когда он равнялся 294 тыс. т, это обуславливалось отсутствием благоприятных условий в гидроструктуре в подрайонах 48.1 и 48.3 для образования хороших промскоплений и невозможностью промысла криля в подрайоне 48.2 в связи с покрытием промысловых участков льдом.

РКТ-С «Море Содружества» осуществлял промысел антарктического криля в подрайоне 48.1 с 7 февраля по 28 мая, в подрайоне 48.3 – с 4 по 23 июня 2015 г. За этот период было добыто 12,5 тыс. т рачков, в том числе в подрайоне 48.1 – 10,9 тыс. т и в подрайоне 48.3 – 1,6 тыс. т, средний улов на стандартное промысловое усилие по подрайонам составил 9,1 т/ч и 7,9 т/ч, за судно-сутки промысла – 119,7 т и 116 т соответственно.

Промысловые скопления криля формировались на северо-западных участках островного и материкового шельфа и склона Южных Шетландских островов, Антарктического полуострова и о. Южная Георгия.

Сопоставляя результаты распределения криля на основании анализа собственных данных, полученных за ряд лет (2001–2015 гг.), можно заключить, что у архипелага Южных Шетландских островов криль встречается на дискретных участках, а его агрегированное состояние, как правило, ограничено по площади и привязано к местам с устойчивой динамикой вод Антарктического Циркумполярного течения. На юго-восточных промысловых участках пролива Брансфилд скопления рачков пополнялись мелким крилем из ближайших акваторий, в основном из моря Уэдделла, о чем свидетельствовало уменьшение минимальной длины тела рачков от 31 мм до 25 мм, косвенным фактором являлось поступление плавучего льда на участки лова с востока.

Средние размеры тела рачков в районе островов о. Мордвинова (Elephant), о. Ватерлоо (George) и о. Смоленск (Livingston) были больше, чем в проливе Брансфилд. Так длина и вес тела на шельфе и склоне островов колебались в интервале 46,7–52,3 мм и 0,68–1,04 г, а проливе –

43,6–46,7 мм и 0,53–0,59 г соответственно. Более крупные рачки отмечались на участках с более высокой температурой поверхности океана.

В феврале-марте в районе Южных Шетландских островов и проливе Брансфилд отмечался нерест антарктического криля и интенсивное питание фитопланктоном в верхних слоях океана. В апреле-мае нерест закончился, причем в подрайоне 48.3 раньше, чем в подрайоне 48.1, и в уловах преобладали рачки с гонадами на ранних стадиях развития, активность питания снизилась.

Гидрометеорологические и ледовые условия в подрайонах 48.1 и 48.3 с февраля по июнь 2015 г. редко препятствовали добыче криля. Потери промыслового времени по причине неблагоприятных погодных условий обуславливались штормовыми ветрами со скоростью 19–30 м/с и составили: в подрайоне 48.1 в феврале-марте – 1,3 суток, апреле – 1,3 суток, в мае – 2,5 суток и в подрайоне 48.3 – в июне – 3,7 суток, всего за рейс – 8,8 суток или 7,5% от общего количества судо-суток промысла.

Благодарность. Статья посвящается ученому и нашему учителю Владимиру Андреевичу Бибику в связи с 80-летним юбилеем со дня рождения (1935–2010 гг.), океанологу, отдавшему 30 лет жизни рыбохозяйственным исследованиям, изучению и освоению ресурсов антарктического криля (*Euphausia superba*), участнику 22 экспедиций в Антарктику, автору более 100 научных работ.

Список литературы

1. Антарктический криль: Справочник / Под ред. В. М. Быковой. – М. : ВНИРО, 2001. – 207 с.
2. Асеев Ю. П. К изучению размерно-возрастной структуры и величины популяции антарктического криля (*E. superba* Dana) в индоокеанском секторе Антарктики / Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Керчь : ЮгНИРО, 1978. – 109 с.
3. Асеев Ю. П. Размерная структура популяции криля и продолжительность его жизни в индоокеанском секторе Антарктики // Сб. науч. трудов : Антарктический криль. Особенности распределения и среда. – М., 1983. – С. 103 – 110.
4. Бирик В. А., Брянцев В. А. Прогноз успешности промысла антарктического криля, основанный на гео- и гелиофизических предпосылках // Рыбное хозяйство Украины, 2007. – № 3 – 4. – С. 10 – 13.
5. Волошина Г. В., Красовский И. В. К вопросу о формировании феномена «зеленого» криля // Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования : тезисы докладов VIII Всесоюзного совещания (16 – 18 апреля 1991, г. Керчь). – М., 1990. – С. 35 – 37.
6. Воронина Н. М. Структура планктонного сообщества на мезомасштабном полигоне у о. Мордвинова и ее связь с гидрофизической структурой // Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования: тезисы докладов VIII Всесоюзного совещания (16 – 18 апреля 1991, г. Керчь). – М., 1990. – С. 37 – 39.
7. Жук Н. Н. Промысловые и биологические показатели антарктического криля (*Euphausia superba*) на участках его промысла у Южных Шетландских островов и в проливе Брансфилд в марте-мае 2006 г. // Украинский антарктический журнал, 2011/2012. – № 10 – 11. – С. 201 – 211.
8. Жук Н. Н., Корзун Ю. В. Результаты работы РКТС «Море Содружества» на промысле антарктического криля (*Euphausia superba*) в Атлантическом секторе Антарктики и его биологическое состояние в зимний сезон 2014 г. // Украинский антарктический журнал, 2014. – № 13. – С. 140 – 158.
9. Касаткина С. М. Антарктический криль: ресурсы и промысел. Перспективы развития Российского промысла. // Промысловые беспозвоночные : материалы докладов VIII Всероссийской научной конференции по промысловым беспозвоночным. – Калининград : ФГБНУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 134 – 136.
10. Касаткина С. М., Петров А. Ф., Шуст К. В., Урюпова Е. Ф. и Сытов А. М. Характеристика современного промысла антарктического криля *Euphausia superba* (период с 2003 по 2013 г.) в Антарктической части Атлантики (АЧА) // Рыбное хозяйство, 2014. – № 5. – С. 69 – 74.
11. Корзун Ю. В., Жук Н. Н. Биология антарктического криля в районе Южных Шетландских островов в летне-осенний период 2015 г. // Промысловые беспозвоночные: материалы докладов VIII Всероссийской научной конференции по промысловым беспозвоночным. – Калининград : ФГБНУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 136 – 138.
12. Корзун Ю. В., Ребик С. Т., Козлова С. Л., Богомолова В. В. Перспективные направления переработки антарктического криля. // Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Керчь : ЮгНИРО, 2014. – Т. 52. – С. 131 – 148.
13. Кухарев Н. Н., Корзун Ю. В., Ребик С. Т., Жук Н. Н. Современный промысел антарктического криля. // Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Керчь : ЮгНИРО, 2014. – Т. 52. – С. 105 – 130.

14. **Ломакина Н. Б.** Эуфаузииды Мирового океана. – Л. : Наука, 1978. – 222 с.
15. **Методические** указания по сбору и первичной обработке в полевых условиях материалов по биологии и распределению криля. – М. : ВНИРО, 1982. – 48 с.
16. **Наставление** по гидрометеорологическим станциям и постам. – Л. : Гидрометеиздат, 1964. – Вып. 9, часть II. – 367 с.
17. **Отчет** рабочей группы по экосистемному мониторингу и управлению. – АНТКОМ (Варшава, Польша, 6 – 17 июля 2015 г.). – WG-ЕММ-15. – 111 с.
18. **Самышев Э. З.** Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале. – М. : Наука, 1991. – 168 с.
19. **Список** действующих мер по сохранению сезон 2014/15 г. – АНТКОМ, 2015. – 311 с. (<http://www.ccamlr.org>).
20. **Справочник** научного наблюдателя. – АНТКОМ, 2011. – 66 с. – (<http://www.ccamlr.org/ru/node/74413>, Version 2012).
21. **Чурин Д. А.,** Бородин Е. В., Чернышков П. П. Научное обеспечение возобновления российского промысла в Антарктической части Атлантики и Южной части Тихого океана // Рыбное хозяйство, 2014. – № 5. – С. 7–13.
22. **Шуст К. В.,** Бизиков В. А. Изучение и промысловое освоение биологических ресурсов антарктических вод // Вопросы рыболовства, 2010. – Т. 11. – № 4 (44). – С. 765 – 779.
23. **Atkinson A.,** Siegel, V., Pakhomov, E.A., Jessopp, M.J. and Loeb, V. A re-appraisal of the total biomass and annual production of Antarctic krill. Deep-Sea Research I 56. – 2009. – P. 727 – 740.
24. **Candy S. G.,** Kawaguchi S. Modelling growth of Antarctic krill // II. Novel approach to describing the growth trajectory. – Mar. Ecol. Progr. Ser., 2006. – Vol. 306. – P. 17 – 30.
25. **Catches** in the Convention Area in 2013/14 and 2014/15. SC-CAMLR-XXXIV/BG/01. (<http://www.ccamlr.org>).
26. **FAO Fisheries Department,** Fishery Information, Data and Statistic Unit // FISHSTAT J: Universal software for fishery statistical time series. – Version 2.12.2. – 2013. – (www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en).
27. **Fevolden S.E.** Antarktisk krill har vi nok biologisk ogologisk kunnskap til a kinne for valte bestanden? // Fauna (Norv.), 1989. – V. 42. – №. 3. – P. 124 – 133.
28. **Jones C.,** Kawaguchi S. and Reid K. Krill. – Biology, ecology and fishing, 2015. – (<http://www.ccamlr.org>).
29. **Marr J. W. S.** The natural history and geography of the Antarctic Krill (*Euphausia superba* Dana) // Discovery Rep., 1962. – V. 32. – P. 33 – 464.
30. **Nicol S.,** Constable A. J., Pauly T. Estimates of circumpolar abundance of Antarctic krill based on recent acoustic density measurements. – CCAMLR Science, 2000. – Vol. 7. – P. 87 – 99.
31. **Pakhomov E. A.** Demographic studies of Antarctic krill *Euphausia superba* in the Cooperation and Cosmonaut Seas (Indian sector of the Southern Ocean). – Ecol. Progr. Ser., 1995. – Vol. 119. – P. 45 – 61.
32. **Siege I. V.,** Loeb V. Recruitment of Antarctic krill *Euphausia superba* and possible causes for its variability. – Mar. Ecol. Progr. Ser., 1995. – Vol. 123. – P. 45 – 56.
33. **Siege I. V.** Distribution and population dynamics of *Euphausia superba*: summary of recent findings. – Polar Biology 29, 2005. – P. 1 – 22.
34. **Sologub D.,** Remeslo A. Distribution and size-age composition of Antarctic krill (*Euphausia superba*) in the South Orkney Islands region (CCAMLR subarea 48.2). – CCAMLR Science, 2011. – Vol. 18. – P. 123 – 134.