

О КОЛИЧЕСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПЛАНКТОНА В МОРЕ СКОТИЯ И ПРИЛЕЖАЩИХ РАЙОНАХ

И. П. Канаева

Настоящая работа написана на основании результатов предварительной обработки проб планктона, собранного в первом рейсе судна «Академик Книпович» в море Скотия.

Исследования проводили с 27 января по 24 марта 1965 г. Пробы планктона собраны малой сетью Джеди из шелкового сита № 38 с диаметром входного отверстия 36 см. Дополнительно в верхнем слое воды был сделан лов такой же сетью из шелкового сита № 61. Пробы фитопланктона собирали с помощью батометра. Лов сетью проводился по стандартным горизонтам в слое воды от 500 или от 300 м до поверхности на полных океанографических станциях. Дополнительно на ряде станций и выполнен лов планктона сетью Джеди в слое воды от 25 м до поверхности с целью выявления районов цветения воды. Слой толщиной 25 м был выбран в связи с тем, что в этом слое в районах цветения организмы зоопланктона составляют ничтожную долю общей биомассы и, следовательно, не будет большой ошибки считать, что биомасса планктона в этих пробах представлена исключительно водорослями. Глубже 25 м фитопланктон часто присутствует также в значительном количестве, однако без точной счетной обработки материала трудно сказать, какую долю общей биомассы он составляет.

Всего выполнено 76 станций и собрано 276 сетных и 178 батометрических проб.

Предварительная обработка проб заключалась в определении объема сестона и просмотре качественного состава с выделением крупных групп планктона (Copepoda, Euphausiidae, Chaetognatha и другие). Отмечалось наличие или отсутствие фитопланктона.

Период проведения исследований охватывает два сезона в водах Антарктики: вторую половину лета (конец января—февраль) и начало осени (март). Развитие планктона в эти периоды было различным. Если в январе и феврале во многих районах мы наблюдали цветение воды, то в марте мы ни одного раза не обнаружили сколько-нибудь значительного развития водорослей.

На рис. 1 показано распределение фитопланктона в слое от 25 м до поверхности по данным лова сетью Джеди. Наиболее богатые районы располагаются в юго-восточной части моря Скотия вблизи островов и подводных возвышенностей. Особенно богатым районом оказался рай-

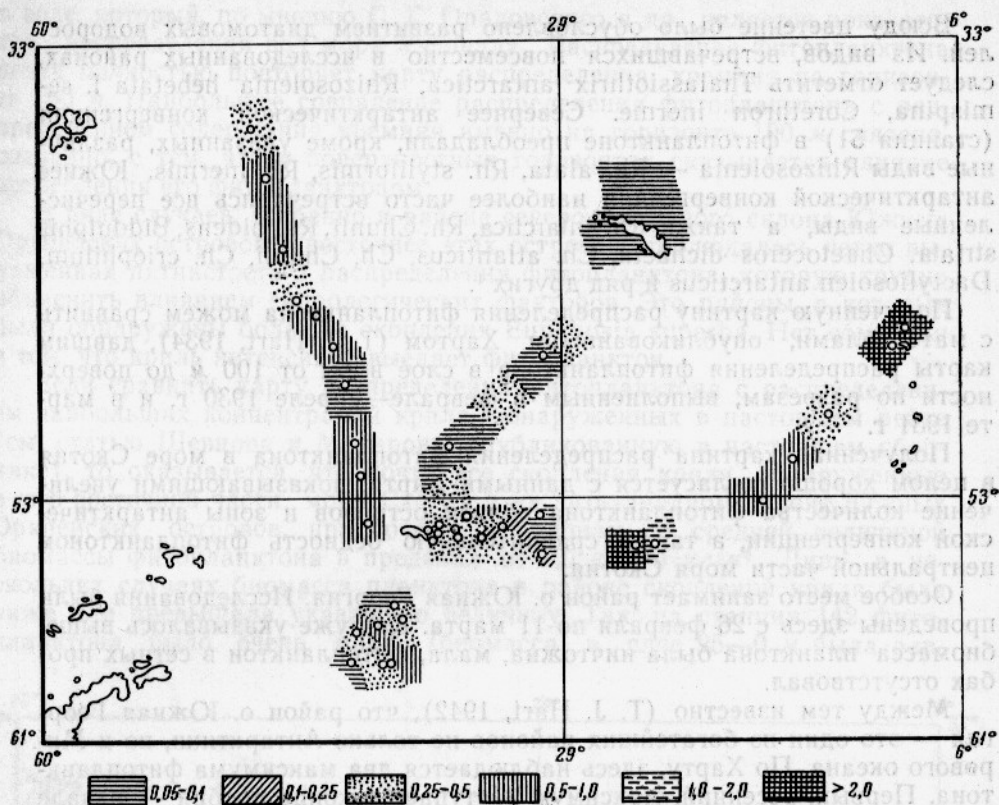


Рис. 1. Распределение фитопланктона в море Скотия в слое 25—0 м летом 1965 г. (по данным лова сетью Джели, $мл/м^3$)

он у Южных Сандвичевых островов (о. Завадовского, о. Высокий). Биомасса фитопланктона составляла здесь $9 \text{ мл}/м^3$ и на одной станции — $14 \text{ мл}/м^3$ (самая высокая биомасса, обнаруженная за время наших работ). Цветение той же интенсивности наблюдалось в районе подводной возвышенности, простирающейся к востоку от Южных Оркнейских островов, в пределах от 60 до 61° ю. ш. и от 39 до 32° з. д. Биомасса фитопланктона достигала здесь $8\text{—}9 \text{ мл}/м^3$.

Несколько менее интенсивное цветение было обнаружено вдоль северного свала Южных Оркнейских островов, южнее о. Лори. Цветение здесь наблюдалось пятнами и биомасса водорослей колебалась в пределах от 1 до $2,5 \text{ мл}/м^3$. На юго-западном склоне Южных Оркнейских островов, в море Уэдделла, количество фитопланктона было большей частью около $1 \text{ мл}/м^3$. И, наконец, цветение было обнаружено на разрезе между Фолклендскими и Южными Оркнейскими островами. Здесь также цветение наблюдалось пятнами и наибольшая величина биомассы, от 1 до $2,5 \text{ мл}/м^3$, найдена в южной части разреза, примыкающей к Южным Оркнейским островам.

Не было цветения у о. Южная Георгия и восточнее его, а также в центральной части моря Скотия на всем разрезе от о. Южная Георгия до Южных Оркнейских островов. Лишь на одной станции, № 189, в слое $50\text{—}0 \text{ м}$ был обнаружен фитопланктон, однако общая биомасса в пробе была невелика — $0,3 \text{ мл}/м^3$.

Всюду цветение было обусловлено развитием диатомовых водорослей. Из видов, встречающихся повсеместно в исследованных районах, следует отметить *Thalassiothrix antarctica*, *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina*, *Corethron inerme*. Севернее антарктической конвергенции (станция 51) в фитопланктоне преобладали, кроме указанных, различные виды *Rhizosolenia* — *Rh. alata*, *Rh. styliformis*, *Rh. inermis*. Южнее антарктической конвергенции наиболее часто встречались все перечисленные виды, а также *Rh. antarctica*, *Rh. Chunii*, *Rh. bidens*, *Biddulphia striata*, *Chaetoceros dictyota*, *Ch. atlanticus*, *Ch. Chunii*, *Ch. criophilum*, *Dactyliosolen antarcticus* и ряд других¹.

Полученную картину распределения фитопланктона можем сравнить с материалами, опубликованными Хартом (Т. J. Hart, 1934), давшим карты распределения фитопланктона в слое воды от 100 м до поверхности по разрезам, выполненным в феврале—апреле 1930 г. и в марте 1931 г.

Полученная картина распределения фитопланктона в море Скотия в целом хорошо согласуется с данными Харта, показывающими увеличение количества фитопланктона вблизи островов и зоны антарктической конвергенции, а также сравнительную бедность фитопланктоном центральной части моря Скотия.

Особое место занимает район о. Южная Георгия. Исследования были проведены здесь с 26 февраля по 11 марта. Как уже указывалось выше, биомасса планктона была ничтожна, мала, фитопланктон в сетных пробах отсутствовал.

Между тем известно (Т. J. Hart, 1942), что район о. Южная Георгия — это один из богатейших районов не только Антарктики, но и Мирового океана. По Харту, здесь наблюдается два максимума фитопланктона. Первый, весенний, максимум наступает в конце ноября — начале декабря, несколько раньше, чем в прилежащем районе открытого океана. Время наступления осеннего, меньшего по величине, максимума колеблется по годам в зависимости от погоды, но в среднем приходится на середину первой декады марта.

Интересно, что во второй половине лета 1930 г. так же, как и в наших исследованиях, было обнаружено крайне слабое развитие фитопланктона у Южной Георгии. Автор объясняет это явление тем, что летом 1929—1930 гг. течение из моря Уэдделла было необычно слабым, поэтому большая часть области была занята водами, пришедшими из моря Беллинсгаузена, что и определило бедность фитопланктоном этого района во второй половине лета 1930 г. Лето 1929—1930 гг. было аномально теплое.

Исследования, проведенные в настоящем рейсе (см. статью А. А. Елизарова, опубликованную в настоящем сборнике), показали, что лето 1965 г. также было необычно теплым. Вполне допустимо предположить, что бедность фитопланктоном района Южной Георгии в период наших работ определялась теми же причинами, что и в 1930 г.

Сравнение карты распределения фитопланктона с гидрологическими и гидрохимическими материалами, полученными в настоящем рейсе (см. статьи А. А. Елизарова, С. Г. Орадовского и другие опубликованные в настоящем сборнике), показывает, что все богатые планктоном районы соответствуют областям стыка различных вод течений моря Уэдделла и Беллинсгаузена и приурочены к островам и подводным возвышенностям по периферии моря Скотия. Особенно четко прослеживается связь распределения фитопланктона с распределением кремния

¹ Определение О. А. Мовчан и Л. В. Саниной.

в воде, который, по мнению С. Г. Орадовского и др., является показателем распределения вод моря Уэдделла. Распределение фитопланктона почти полностью повторяет карту распределения кремния на горизонте 100 м. Наибольшее совпадение распределения фитопланктона с распределением содержания кремния именно на горизонте 100 м связано, очевидно, с тем, что в поверхностных горизонтах сказывается влияние потребления его фитопланктоном.

В ряде случаев, особенно в районе северо-восточного склона Южных Оркнейских островов и восточнее этих островов, наблюдалась четко выраженная пятнистость в распределении фитопланктона, которую трудно объяснить влиянием гидрологических факторов. Это районы, в которых были обнаружены большие скопления *Euphausia superba*. Нет сомнения в том, что криль интенсивно выедает фитопланктон.

Если сравнить карту распределения фитопланктона с распределением наибольших концентраций криля, обнаруженных в настоящем рейсе (см. статью Шевцова и Макарова, опубликованную в настоящем сборнике), то оказывается, что почти все скопления криля, обнаруженные в юго-восточной части моря Скотия и на юго-западном склоне Южных Оркнейских островов, приурочены к районам со средней величиной биомассы фитопланктона в пределах от 1,0 до 5,0 мл/м³. Лишь в нескольких случаях биомасса планктона в районе скоплений криля была ниже или превышала указанную величину. Так, на станции 142 фитопланктона было очень мало (биомасса в слое 25—0 м была рав-

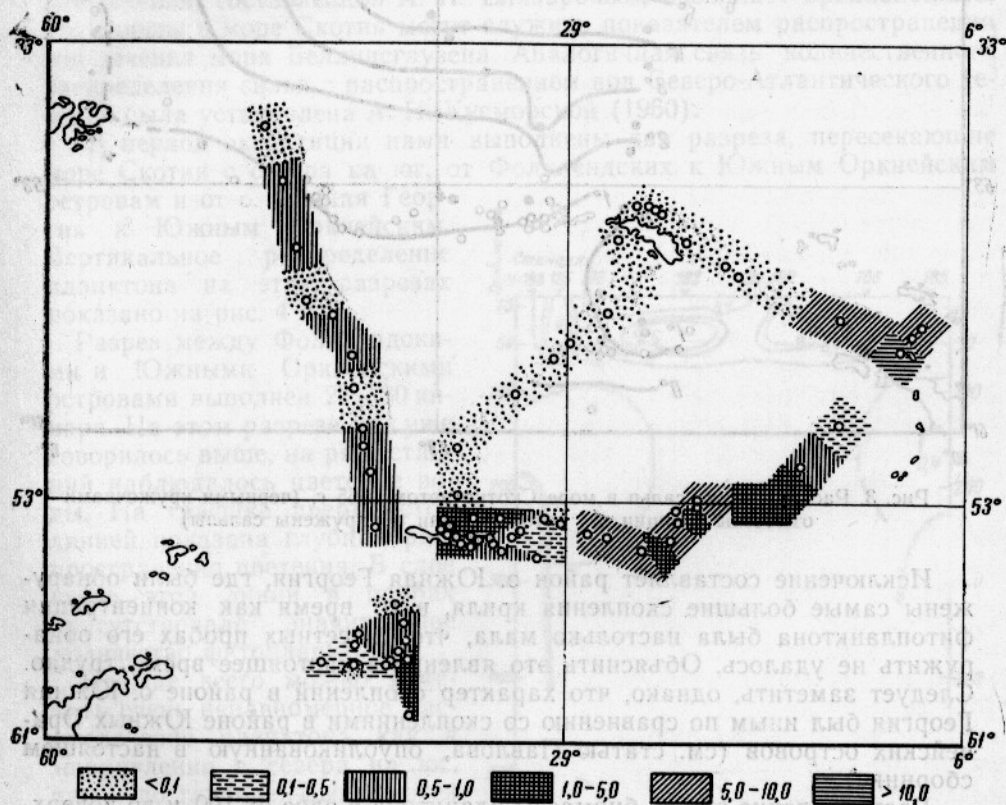


Рис. 2. Распределение общей биомассы планктона в море Скотия в слое 100—0 м летом 1965 г. (мл/м³)

на $0,14 \text{ мл/м}^3$), на станции 148 биомасса фитопланктона превышала $5,0 \text{ мл/м}^3$, однако на соседней станции 149, расстояние между которыми было всего около 10 миль, биомасса составляла $4,0 \text{ мл/м}^3$. Несколько пониженную биомассу фитопланктона (около $1,0 \text{ мл/м}^3$) мы наблюдали в районах скоплений криля на юго-западном склоне Южных Оркнейских островов.

Как правило, скопления криля отсутствовали в районах с малой биомассой планктона (меньше $0,5 \text{ мл/м}^3$) и в районах наибольших концентраций фитопланктона, превышающих $5,0 \text{ мл/м}^3$. Вполне возможно, что нахождение больших скоплений криля в районах со средней концентрацией фитопланктона объясняется именно влиянием выедания фитопланктона крилем.

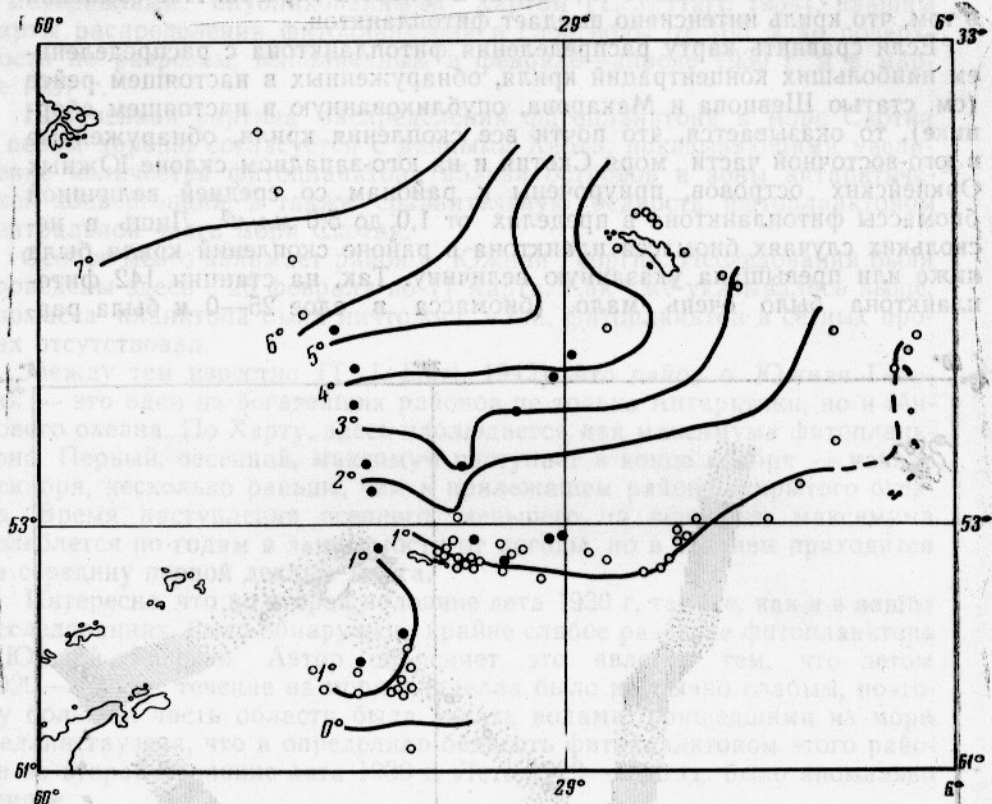


Рис. 3. Распределение сальп в море Скотия летом 1965 г. (черными кружочками отмечены станции, на которых были обнаружены сальпы)

Исключение составляет район о. Южная Георгия, где были обнаружены самые большие скопления криля, в то время как концентрация фитопланктона была настолько мала, что в сетных пробах его обнаружить не удалось. Объяснить это явление в настоящее время трудно. Следует заметить, однако, что характер скоплений в районе о. Южная Георгия был иным по сравнению со скоплениями в районе Южных Оркнейских островов (см. статью Павлова, опубликованную в настоящем сборнике).

Распределение общей биомассы планктона в слое от 100 м до поверхности (рис. 2) почти полностью повторяет только что рассмотренную карту распределения фитопланктона. Отличие состоит лишь в том, что

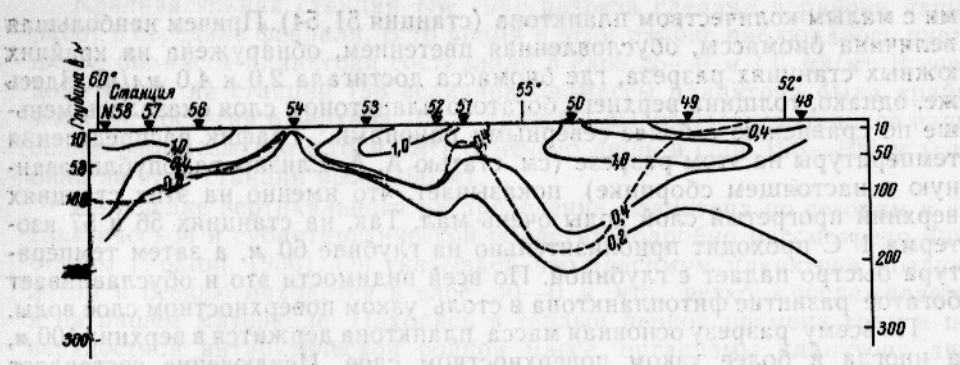


Рис. 4. Вертикальное распределение планктона на разрезе между Фолклендскими и Южными Оркнейскими островами в конце января 1965 г. (мл/м³)

отдельные пики, наблюдавшиеся в районах цветения фитопланктона, оказались значительно сглаженными.

На ряде станций на разных горизонтах присутствовало большое количество сальп (рис. 3). Причем с юга распространение сальп было четко ограничено поверхностной изотермой 1°С (карта распределения поверхностных температур взята из статьи А. А. Елизарова, опубликованной в настоящем сборнике). Сравнение распространения сальп с картой течений, составленной А. А. Елизаровым, позволяет предположить, что сальпы в море Скоттия могут служить показателем распространения вод течения моря Беллинсгаузена. Аналогичная связь количественного распределения сальп с распространением вод Северо-Атлантического течения была установлена А. П. Кусморской (1960).

В период экспедиции нами выполнены два разреза, пересекающие море Скоттия с севера на юг, от Фолклендских к Южным Оркнейским островам и от о. Южная Георгия к Южным Оркнейским. Вертикальное распределение планктона на этих разрезах показано на рис. 4 и 5.

Разрез между Фолклендскими и Южными Оркнейскими островами выполнен 27—30 января. На этом разрезе, как уже говорилось выше, на ряде станций наблюдалось цветение воды. На графике прерывистой линией показана глубина распространения цветения. В слое выше этой линии в пробах присутствовало значительное количество фитопланктона.

Прежде всего можно заметить очень неравномерное распределение планктона как в направлении с севера на юг, так и по глубине. Выделяются три области повышенного количества планктона (станций 49—50, 52—53, 56—58), отделенные друг от друга станция-

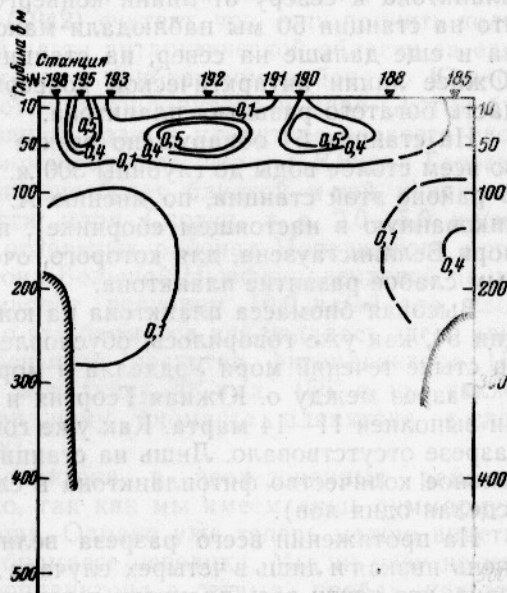


Рис. 5. Вертикальное распределение планктона на разрезе между о. Южная Георгия и Южными Оркнейскими островами в марте 1965 г. (мл/м³)

ми с малым количеством планктона (станция 51, 54). При этом наибольшая величина биомассы, обусловленная цветением, обнаружена на крайних южных станциях разреза, где биомасса достигала 2,0 и 4,0 мл/м^3 . Здесь же, однако, толщина верхнего богатого планктоном слоя оказалась меньше по сравнению с более северными районами. График распределения температуры на этом разрезе (см. статью А. А. Елизарова, опубликованную в настоящем сборнике) показывает, что именно на этих станциях верхний прогретый слой воды очень мал. Так, на станциях 56 и 57 изотерма 1°C проходит приблизительно на глубине 60 м, а затем температура быстро падает с глубиной. По всей видимости это и обуславливает богатое развитие фитопланктона в столь узком поверхностном слое воды.

По всему разрезу основная масса планктона держится в верхних 100 м, а иногда в более узком поверхностном слое. Исключение составляет лишь станция 50, где в слое воды от 200 до 100 м биомасса планктона составляла 0,44 мл/м^3 . На всех остальных станциях биомасса планктона глубже 100 м не превышала 0,1 мл/м^3 .

В соответствии с изменением общей биомассы планктона на станциях изменяется и глубина распространения цветения, увеличиваясь на станциях с повышенной биомассой планктона и поднимаясь к поверхности на станциях с малой биомассой планктона. Исключение составляет лишь станция 49, на которой при очень малом количестве фитопланктона, обнаруженном лишь в верхнем 10-метровом слое, биомасса зоопланктона значительна.

Характерный для области схождения течений изгиб изолиний на нашем разрезе мы наблюдаем между станциями 51 и 50. Собственно область антарктической конвергенции в период работ экспедиции проходила в этом районе приблизительно по 56° ю. ш. между станциями 51 и 52. Это хорошо видно на графиках распределения температуры, солености, кислорода, биогенных элементов. График распределения биомассы планктона обнаруживает смещение максимума развития планктона к северу от линии конвергенции. Очевидно, можно считать, что на станции 50 мы наблюдали максимальное развитие фитопланктона и еще дальше на север, на станции 49 — максимум зоопланктона. Южнее линии антарктической конвергенции также располагается область богатого развития планктона.

На станции 54 обнаружено резкое уменьшение биомассы планктона во всем столбе воды до глубины 300 м. Цветение воды здесь отсутствует. В районе этой станции, по мнению А. А. Елизарова (см. статью, опубликованную в настоящем сборнике), проходит основная струя течения моря Беллинсгаузена, для которого, очевидно, можно считать характерным слабое развитие планктона.

Высокая биомасса планктона на южном конце разреза, южнее станции 54, как уже говорилось, обусловлена влиянием перемешивания вод на стыке течений моря Уэдделла и моря Беллинсгаузена.

Разрез между о. Южная Георгия и Южными Оркнейскими островами выполнен 11—14 марта. Как уже говорилось выше, цветение на этом разрезе отсутствовало. Лишь на станции 189 было обнаружено незначительное количество фитопланктона в слое воды от 50 м до поверхности (сделан один лов).

На протяжении всего разреза величина биомассы планктона была очень низкая и лишь в четырех случаях достигала 0,7—0,9 мл/м^3 . Характерно, что почти весь планктон держался в верхнем перемешанном слое воды, не глубже 50—60 м. Ниже этого слоя биомасса составляла тысячные доли мл/м^3 . Лишь на трех станциях обнаружена повышенная биомасса планктона в слое 200—10 м.

Крайняя южная станция (№ 198) разреза сделана в районе наших работ в середине февраля. В то время в этом районе наблюдалось цветение, и биомасса планктона составляла в слое 25—0 м $1,6 \text{ мл/м}^3$. В середине марта на станции 198 величина биомассы планктона была крайне мала, не достигая в верхних 100 м даже $0,1 \text{ мл/м}^3$. Незначительное повышение биомассы (до $0,16 \text{ мл/м}^3$) отмечено лишь в слое 190—100 м (глубина на этой станции была 190 м).

Изменение вертикального распределения планктона по сезонам в антарктической и субантарктической областях подробно рассмотрено Фокстоном (Foxton, 1956). Он указывает, что максимум планктона поздним летом и осенью находится в слое 50—0 м, что четко прослеживается и на нашем материале. Находясь в теплый период времени года в поверхностной антарктической водной массе, организмы планктона движутся в общем направлении на северо-восток на всем протяжении вокруг Антарктического континента. Зимой основная часть популяции массовых видов планктона опускается в теплое промежуточное течение на глубину от 1000 до 500 м и вместе с ним дрейфует обратно на юг в высокие широты. Эта особенность основных видов зоопланктона Антарктики совершать сезонные вертикальные миграции позволяет им сохранять постоянство границ своего ареала (Mackintosh, 1937, цитировано по Фокстону).

Интересно сравнить полученные результаты с имеющимися у нас материалами по другим областям океана. Очевидно, можно считать, что общий объем сестона в слое 100—0 м в море Скотия в среднем выражается величиной того же порядка, что и в Северной Атлантике (И. П. Канаева, 1962), т. е. биомасса планктона колеблется от $0,25$ до $1,0 \text{ мл/м}^3$. В центральной части моря биомасса не превышает $0,5 \text{ мл/м}^3$. В наиболее богатом районе Южных Сандвичевых островов и между Южными Оркнейскими и Южными Сандвичевыми островами биомасса планктона достигает $2,0$ и даже $5,0 \text{ мл/м}^3$. Совершенно особо следует рассматривать район о. Южная Георгия, где мы наблюдали крайне малое количество планктона. Харт (1942) считает, что, если принять количество фитопланктона в северной части антарктической области за единицу, то количество фитопланктона в прибрежном районе о. Южной Георгии будет равно 5 и количество фитопланктона в море Скотия будет равно 2. Учитывая, что основную долю в планктоне верхнего слоя воды составляет фитопланктон, можно считать, что у о. Южная Георгия в период цветения биомасса планктона будет близкой к той, какую мы наблюдали в юго-восточной части моря Скотия, т. е. $2,0$ — $5,0 \text{ мл/м}^3$. Подобная величина отмечена в отдельных районах Норвежского моря (Е. А. Павштикс, 1960). Для района Большой Ньюфаундлендской банки Е. В. Владимирская (1962) приводит величину $10,0 \text{ мл/м}^3$ для слоя 200—0 м. Однако надо учесть, что эта биомасса наблюдалась здесь ранней весной, в период весенней вспышки развития фитопланктона. На одной из станций на разрезе по меридиану 30° з. д. (56° с. ш.) также наблюдалось цветение, благодаря чему биомасса планктона в слое 100—0 м увеличилась до $6,5 \text{ мл/м}^3$.

О величине биомассы зоопланктона в исследованных районах в настоящее время судить трудно, так как мы имеем лишь суммарную величину для фито- и зоопланктона. Однако уже теперь можно видеть, что доля зоопланктона в общей биомассе невелика. Мы ни разу не наблюдали такого количества зоопланктона в сетных пробах, как это бывает в Норвежском море и Северной Атлантике в период развития *Calanus finmarchicus*. Фокстон в своей работе указывает, что в Антарктике максимальное развитие зоопланктона наблюдается вблизи линии

антарктической конвергенции и затем уменьшается в сторону высоких широт, где его сменяет *Euphausia superba*. Таким образом, максимум развития зоопланктона наблюдается к северу от области массового распространения *E. superba*. Очевидно, этим можно объяснить бедность зоопланктоном исследованной нами области.

ВЫВОДЫ

1. Количество планктона в исследованном районе моря Скоттия в слое воды 100—0 м в среднем выражается величиной от 0,25 до 1,0 мл/м³, понижаясь в центральной части моря и увеличиваясь вдоль свала островов и подводных возвышенностей в южной и восточной частях моря, а также вблизи линии антарктической конвергенции. Это позволяет считать, что количество планктона в слое 100—0 м в море Скоттия выражается величиной того же порядка, что и в Северной Атлантике.

2. Наибольшая биомасса планктона, обнаруженная в районах свалов у островов и подводных возвышенностей, обусловлена массовым развитием диатомовых водорослей. Богатство планктоном этих районов объясняется влиянием стыка течений морей Уэдделла и Беллинсгаузена, о чем свидетельствует значительное совпадение карт распределения фитопланктона и кремния, являющегося показателем распространения вод течения Уэдделла.

3. Изучение вертикального распределения планктона показало, что основная масса его держится в верхних 50 или 100 м, что особенно четко видно на разрезе между о. Южная Георгия и Южными Оркнейскими островами.

ЛИТЕРАТУРА

- Владимирская Е. В. Распределение и сезонные изменения зоопланктона в районе Ньюфаундленда. Труды ВНИРО. Т. 46, 1962.
- Канаева И. П. Некоторые особенности распределения планктона в Атлантическом океане. «Океанология». Вып. 6, 1963.
- Кашкин Н. И. Основные черты количественного распределения планктона в Атлантическом океане к югу от северного тропика (обзор). Публикуется в настоящем сборнике.
- Кузморская А. П. Зоопланктон фронтальной зоны Северной Атлантики весной 1958 г. Сб. «Советские рыбохозяйственные исследования в морях европейского севера», 1960.
- Павштик Е. А. Основные закономерности развития планктона в Норвежском и Гренландском морях. Сб. «Советские рыбохозяйственные исследования в морях европейского севера», 1960.
- Foxton P. The distribution of the standing crop of zooplankton in the Southern Ocean. Discovery Rep. V. 28, 1956.
- Hart T. J. On the phytoplankton of the South-West Atlantic and the Bellingshausen sea, 1929—31. Discovery Rep. V. 8, 1934.
- Hart T. J. Phytoplankton periodicity in antarctic surface waters. Discovery Rep. V. 21, 1942.

УДК 595.383.1

К БИОЛОГИИ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ

В. В. Шевцов и Р. Р. Макаров

ПРЕДИСЛОВИЕ

Наиболее массовый вид эуфаузиид Антарктики *Euphausia superba* Dana (антарктический криль), являющийся предметом настоящих исследований, обитает вокруг всей Антарктиды, но распределен он далеко неравномерно. Это связано прежде всего с так называемой тепловой асимметрией вод, омывающей материк (Максимов, 1961). Линия антарктической конвергенции, ограничивающая ареал криля с севера, в Атлантическом океане проходит несколько севернее, чем в Тихом океане (Deason, 1937). Как можно видеть из рис. 1, заимствованного из работы Марра (Marr, 1962), крайняя северная граница распространения криля в Тихом океане проходит между 66 и 60° ю. ш., в Индийском — примерно на 61° ю. ш., в Атлантическом — между 54 и 52° ю. ш., а в западной его части доходит даже до 50° (Ломакина, 1964¹).

Криль проводит большую часть жизни, за исключением короткого летнего периода, подо льдом или у кромки плавучего льда при температуре 0° С.

Значительную роль в жизни криля играют постоянные течения, идущие вдоль берегов Антарктиды, особенно течение Восточных ветров и течение Уэдделла, проникающие в море Скотия с юга.

Изучение биологии криля началось давно, почти с самого начала развития китобойного промысла в водах Антарктики. Являясь пищей китов, криль изучался именно с этой точки зрения.

Жизненный цикл является наиболее важной характеристикой каждого вида, и исследователи, подходя к решению вопроса с каких угодно позиций, в первую очередь должны уяснить себе этот цикл со всеми его особенностями. Экологически во взаимоотношении со средой исследования должны быть направлены на изучение так называемой жизненной схемы вида, т. е. способа, «...каким каждый вид разрешает основную задачу — самосохранение и распространение» (Беклемишев, 1964).

Современные представления о жизненном цикле криля основываются на нескольких узловых работах, освещающих разные стороны этого

¹ 21 января 1965 г. во время наших исследований половозрелая самка *E. superba* была встречена в точке 51°52' ю. ш. и 51°52' з. д. Это, по-видимому, одна из самых северных находок.

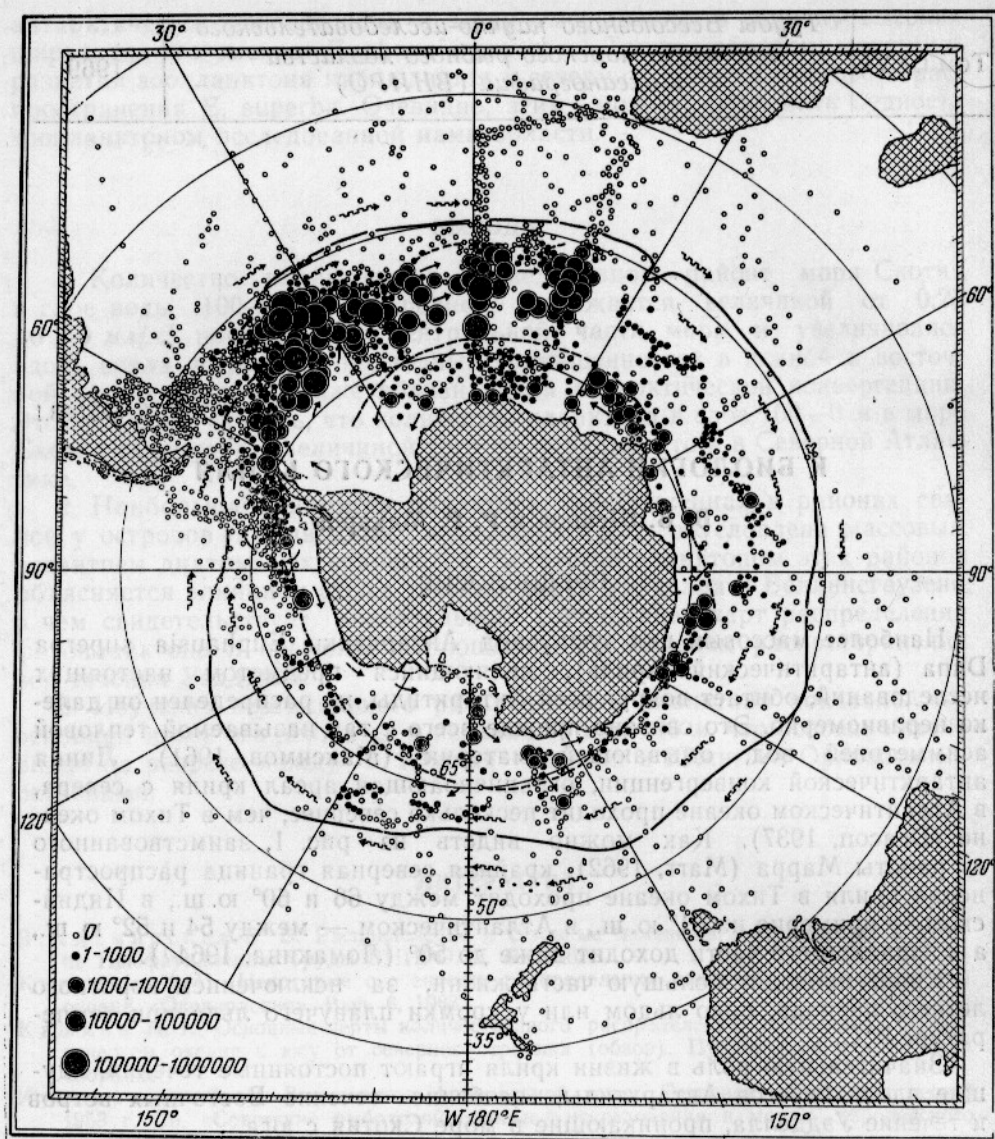


Рис. 1. Распределение криля в водах Антарктики по Марру (Marr, 1962). Круги соответствуют величине улова на один лов планктонной сетью

вопроса. Это труды Баргман (Bargmann, 1937, 1945), посвященные развитию, росту и некоторым сторонам биологии взрослого криля, Фразера (Fraser, 1936) по морфологии и экологии личинок, их разному и вертикальному распределению в толще воды. И, наконец, сводка Марра (Marr, 1962), подводящая итог всем исследованиям по антарктическому крилю, проведенным экспедицией Дискавери на протяжении нескольких десятилетий.

В последние годы, начиная с 1955 г., когда были предприняты в антарктические воды советские экспедиции на дизель-электроходе «Обь», большое внимание крилю было уделено К. В. Беклемишевым, (1959, 1961, 1964), Н. Б. Ломакиной (1964) и А. Г. Наумовым (1962),

В 1962 г. начаты исследования криля Атлантическим институтом рыбного хозяйства.

Жизненный цикл антарктического криля, по литературным данным, представляется следующим.

Икра криля, по Марру, встречается на глубине 250—500 м, но иногда попадает в значительном количестве на глубине и свыше 1000 м. На этих глубинах происходит выклев личинок. С момента вылупления начинается так называемый подъем с развитием, в ходе которого личинки, поднимаясь в верхние слои, проходят три стадии — науплиус I, науп-

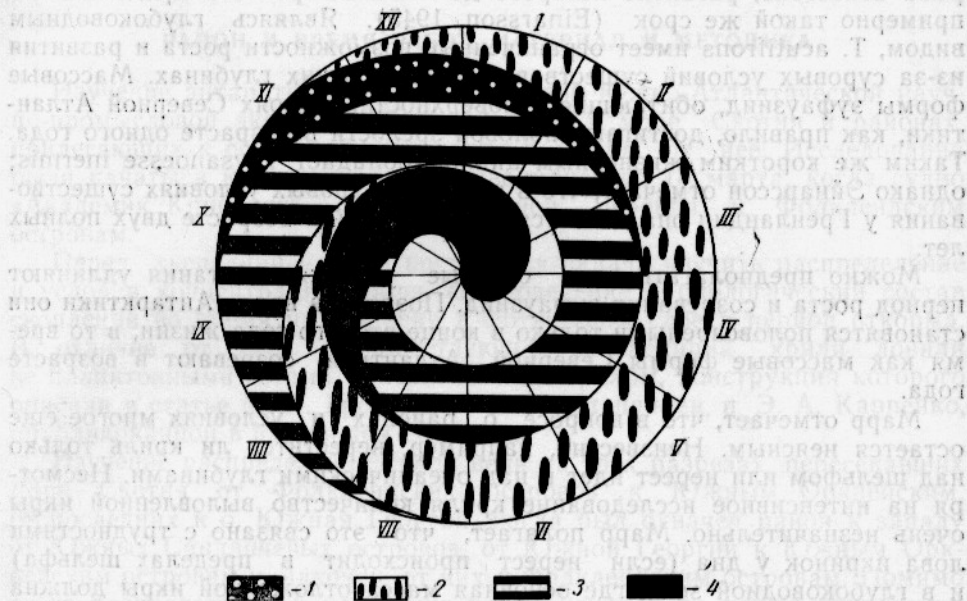


Рис. 2. Схема жизненного цикла антарктического криля:

1 — икра; 2 — личинки (первый год существования);
3 — молодь (второй год существования); 4 — взрослые особи (третий год существования).
Римскими цифрами обозначены месяцы

лиус II и метанауплиус. Самостоятельное активное питание личинки начинают на стадии калиптопис I, следующей за стадией метанауплиус, т. е., когда они находятся в 500 м слое, а большинство их — в пределах фотического слоя, богатого фитопланктоном, где они остаются в течение лета, развиваясь до стадий поздних фурцилий. На этих стадиях криль проводит зиму, и только в августе начинает встречаться молодь, закончившая личиночное развитие. Следующее лето молодь проводит опять в фотическом слое, в пределах 150—200 м, где она питается, растет и развивается. В возрасте двух полных лет криль делается половозрелым и, согласно имеющимся литературным данным, после размножения погибает. Баргман (1945) и Марр (1962) допускают, что гибель отнерестовавшей части популяции происходит не сразу после нереста, а только в конце антарктического лета, когда уменьшается количество фитопланктона. Таким образом, продолжительность жизни криля определяется в две зимы и три лета.

На помещенной ниже диаграмме (рис. 2) мы попытались на основе литературных источников дать графическое изображение этого цикла. Для этого в круге, разбитом на 12 секторов, соответственно 12 месяцам

года изображена спираль, каждый виток которой соответствует году. Возрастные группы обозначены разной штриховкой. На диаграмме прослеживается как в течение трех лет идет развитие криля и виден постепенный переход икры в личинки, личинок в молодь, молодь во взрослых, после чего наступает гибель отнерестовавших рачков. В каждом секторе показано примерное количественное и качественное соотношение особей разных возрастных групп, соответствующее каждому из 12 месяцев года.

Среди эуфаузиид, населяющих северные моря, имеется вид *Thysanopoda acutifrons*, развитие которого до половой зрелости продолжается примерно такой же срок (Einarsson, 1945). Являясь глубоководным видом, *T. acutifrons* имеет ограниченные возможности роста и развития из-за суровых условий существования на больших глубинах. Массовые формы эуфаузиид, обитающие в поверхностных слоях Северной Атлантики, как правило, достигают половой зрелости в возрасте одного года. Таким же коротким жизненным циклом обладает *Thysanoessa inermis*; однако Эйнарссон отмечает, что в наиболее суровых условиях существования у Гренландии она делается половозрелой в возрасте двух полных лет.

Можно предполагать, что суровые условия обитания удлиняют период роста и созревания эуфаузиид. Поэтому в водах Антарктики они становятся половозрелыми только в конце второго года жизни, в то время как массовые формы Северной Атлантики созревают в возрасте года.

Марр отмечает, что в вопросе о районах и условиях многое еще остается неясным. Неизвестно, например, нерестится ли криль только над шельфом или нерест идет и над океаническими глубинами. Несмотря на интенсивное исследование криля количество выловленной икры очень незначительно. Марр полагает, что это связано с трудностями лова икринок у дна (если нерест происходит в пределах шельфа) и в глубоководной зоне, где основная масса отложенной икры должна находиться на глубинах, превышающих самые глубокие ловы планктонными сетями. Руд (Ruud, 1932) предполагает, что нерест криля происходит подо льдом, что затрудняет поимку икры и личинок ранних стадий.

Неизвестно также опускаются ли самки на глубину для нереста или погружаются после вымета икры. Возможно, что здесь совмещены оба процесса.

Фразер (1936) и Баргман (1937) полагают, что развитие икринок антарктического криля не может происходить на небольших глубинах, при малом давлении и в связи с этим икринки тем или иным путем должны достичь больших глубин.

Это приспособление, если оно существует, могло выработаться в связи с переносом икры к югу с водными массами атлантического происхождения.

Рассматривая горизонтальные перемещения криля, Марр не считает этот вопрос достаточно ясным. Он предполагает, что личинки ранних стадий уносятся глубинным течением к югу, ближе к материку. После «подъема с развитием» жизнь криля протекает в поверхностном течении, движущемся к северу и северо-востоку.

На приспособление планктона Антарктики к поверхностным и глубинным течениям, направленным в противоположные стороны, указывал в свое время Макинтош (Makintosh, 1934). Сезонные вертикальные миграции из одного слоя в другой и перемещение с ними в разные сезоны в противоположных направлениях позволяют животным удержи-

ваться в пределах основного района обитания. Возможно это относится также и к крилю.

Наумов (1962) указывает, что наблюдения, проведенные на дизель-электроходе «Обь», подтверждают это предположение.

Руд (1932) и К. В. Беклемишев (1959, 1961) отмечают, что вблизи льдов встречается только молодь криля. Во время плавания научно-промыслового судна «Академик Книпович» наиболее мелкий криль был отмечен в море Уэдделла, а наиболее крупный — к северо-востоку от Оркнейских островов, т. е. примерно на 200 миль севернее.

РАЙОН И ВРЕМЯ РАБОТ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Изучение антарктического криля первой Южно-Атлантической научно-промысловой экспедицией проводилось в море Скотия и районах, прилегающих к островной дуге с юга и севера от нее. Исследования были начаты в конце января и проводились до 18 марта, когда судно «Академик Книпович» покинуло район, перейдя к Фолклендским островам.

Перед экспедицией была поставлена задача изучить распределение и условия концентрации криля, его поведение и биологический состав скоплений во время нахождения в фотическом слое в период откорма. В отличие от всех предшествующих экспедиций криля ловили не планктонными сетями, а пелагическим тралом, конструкция которого описана в статье М. Я. Гройсмана, Г. Н. Степанова и Э. А. Карпенко, опубликованной в настоящем сборнике.

Изучение распределения криля вели на трех разрезах, пересекавших море Скотия от Фолклендских островов к Южным Оркнейским, от последних к о. Южная Георгия, когда был охвачен район к западу от Южных Сандвичевых островов, от Южной Георгии к Южным Оркнейским островам и, наконец, от них к Фолклендским островам. Помимо этого распределение и поведение криля изучали во время проведения специальных поисковых галсов, которые захватывали районы скоплений. Многосуточные наблюдения были проведены к северо-востоку от Южных Оркнейских островов и к северу от о. Южная Георгия (рис. 3 и 4).

Первую декаду февраля суда АтланНИРО «Орехово» и «Обдорск» проводили поиск криля в районе Южных Шетландских островов. В последующее время эти суда работали вместе с судном «Академик Книпович», отрабатывая технические приемы лова криля бортовыми ловушками и другими орудиями лова. Всего за период исследований судно «Академик Книпович» провело более 170 ловов криля, многие из которых представляли промышленный интерес.

Почти из каждого улова трала брали материал для биологического анализа; анализировали не менее 200 экз. криля. Определяли размерный, половой, весовой и возрастной состав. Длину рачков измеряли в соответствии с общепринятой методикой — от конца рострума до конца тельсона с точностью до 1 мм.

Вариационные ряды длины криля составлялись через 3 мм — 24—27—30 и т. д. При анализе криль каждой размерной группы (в пределах 3 мм) взвешивали на аптекарских весах. Всего было подвергнуто биологическому анализу около 25 тыс. рачков.

При обработке материала вся акватория, охваченная исследованиями, была разделена на районы в соответствии с особенностями криля, находящегося там, а также с учетом сроков работ и географического положения каждого из этих районов (табл. 1).

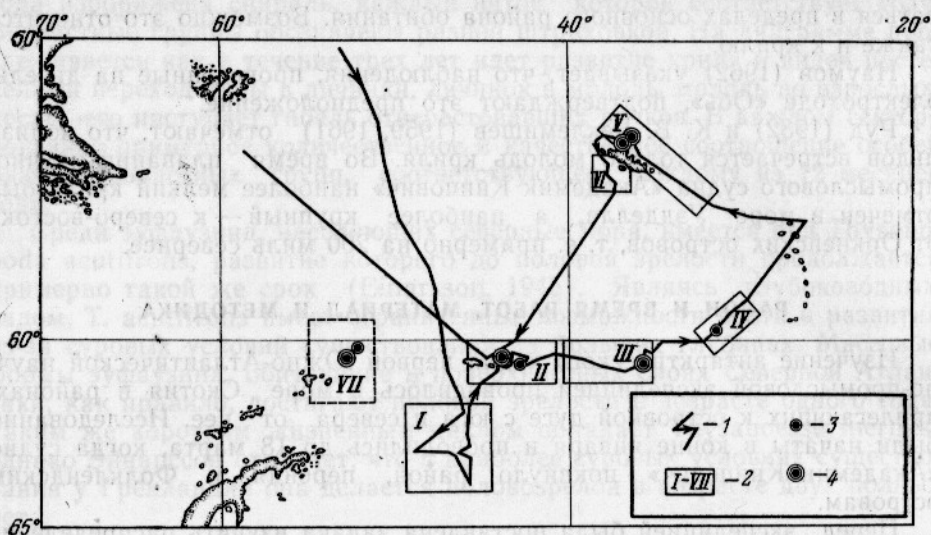


Рис. 3. Маршрут судна «Академик Книпович» и районы работ.

1 — маршрут судна «Академик Книпович»; 2 — районы работы I—VI судна «Академик Книпович», VII «Муксун»; 3 — «пятна» криля, встреченные; 4 — «пятна» криля, обловленные

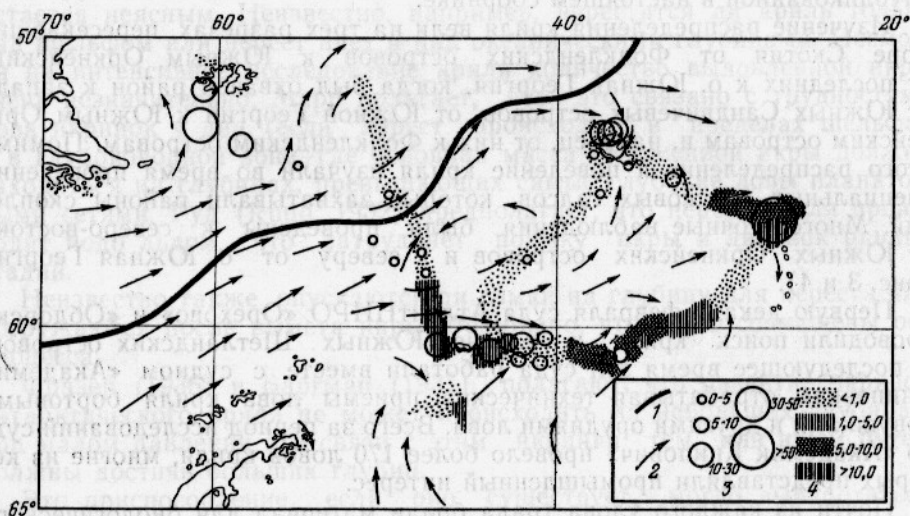


Рис. 4. Условия обитания исследованных концентраций криля:

1 — зона антарктической конвергенции; 2 — течения; 3 — первичная продукция — $C/m^3/день$; 4 — сестон в слое 25—0 м (в mg/m^3)

Район I. Расположен к югу, юго-западу от Южных Оркнейских островов, над океаническими глубинами порядка 3000 м. Здесь криль встречался только в толще воды и не образовывал скоплений у поверхности.

Район II. Расположен к северо-востоку, востоку от Южных Оркнейских островов. Здесь проводили работы как над островным шельфом, так и в районе свала и океанических глубин до 3000 м.

Таблица 1

Характеристика районов и собранного материала

Район	Название района	Координаты		Дата работ	№ станции	№ трала	Число проб	Количество исследованных рачков
		широта (южная)	долгота (западная)					
I	К югу от Оркнейских островов	61°50' 64°00'	49°35' 44°30'	30/I—3/II	59—88	11—32	13	4193
II-A	К востоку от Южных Оркнейских островов	60°00' 61°15'	46°05' 40°50'	5/II—10/II	89—116	33—70	23	6751
II-B	К востоку от Южных Оркнейских островов	61°15'	»	10/II—19/II	117—142	71—109	16	4284
III	Между Южными Оркнейскими и Южными Сандвичевыми островами	60°00' 61°15'	40°30' 35°30'	19/II—20/II	143—150	110—116	6	1680
IV	К западу от Южных Сандвичевых островов	59°40' 58°30' 59°10' 60°30'	33°00' 30°20' 29°10' 31°50'	22/II	156—158	117—119	3	1094
V	Северное побережье о. Южной Георгии	53°10' 52°20' 55°15' 56°05'	38°30' 37°15' 31°25' 32°40'	25/II—9/III	163—183	120—171	27	6058
VI	Юго-западное побережье о. Южная Георгия	54°05' 55°15'	38°45' 36°30'	11/III	185—187	172—176	3	535

Собранный материал существенно разнится по времени, поэтому он разделен на район II а и район II б.

Районы III и IV. После работ в районе II был предпринят поиск в направлении Южных Сандвичевых островов. По пути было сделано несколько тралений в двух местах — между Южными Оркнейскими и Южными Сандвичевыми островами, где отмечались некоторые количества криля в толще воды (район III), а также вблизи Южных Сандвичевых островов несколько западнее (район IV), где были встречены скопления у поверхности.

Районы V и VI. В районе V к северу от о. Южной Георгии были встречены самые большие скопления криля из всех, какие нам приходилось видеть во время экспедиции. Исследования криля на южной стороне острова показали, что он резко отличается от криля северного побережья. Это послужило основанием для выделения южной части прибрежных вод острова в самостоятельный район (район VI).

В районе VII (см. рис. 3) в зиму 1963/64 г. исследования производил траулер «Муксун» — АтлантНИРО.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРИЛЯ ИЗ МОРЯ СКОТИЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ РАЙОНОВ

Размерный состав

Для каждого из обследованных районов были составлены графики размерного состава криля суммарно по всем пробам. На оси абсцисс откладывали длину криля, по оси ординат — частоту встречаемости особей каждой размерной группы, выраженную в процентах. Для удобства сравнения графиков на каждом из них введено деление на классы (с 1 по 5), объединяющее каждые три размерные группы (рис. 5).

При сравнении графиков видно, что размерный состав криля каждого района представлен, как правило, одновершинной кривой, причем пики приходятся обязательно или на 2-й или на 4-й классы. И это не случайно. Очевидно, особи, попадающие на 2-й класс, являются молодью, живущей второй год. Это так называемый криль синих китов (Марр, 1962). 4-й класс — это половозрелый, нерестящийся или готовящийся к нересту в этом году криль, живущий третий год, так называемый криль финвалов. Размеры, типичные для этих двух классов, соответствуют данным Марра.

Криль второго класса преобладает в I, III и IV и V районах. В каждом из них, особенно в I и III, присутствует некоторое количество криля, относящегося к 3-му и 4-му классам, который практически отсутствует только в IV районе, где нами была встречена только молодь.

В районе V криль 2-го класса представлен менее отчетливо и изображен на графике двумя вершинами (33—36 и 39—42), что, по-видимому, отражает гетерогенность молодежи данного района.

Преобладание криля 4-го класса (мода 51—54)¹, отмечено только в одном IIБ районе, где вариационная кривая, характеризующая размерный состав криля, является как бы зеркальным отражением вариационных рядов I, III и IV районов. То, что криль в разных районах характеризуется различными, взаимоисключающими друг друга кривыми, свидетельствует о раздельном существовании криля разных возрастных групп.

¹ Здесь и далее имеется в виду модальная группа.

С крайне интересными фактами изменения размерного состава криля мы встретились в районе Южных Оркнейских островов. Уловы в первые дни в этом районе характеризовались крупным крилем, который образовывал достаточно плотные скопления. Через несколько дней размерный состав уловов резко изменился. Крупного криля стало очень мало, размер уловов уменьшился, в трал стал попадать мелкий криль. Поиски

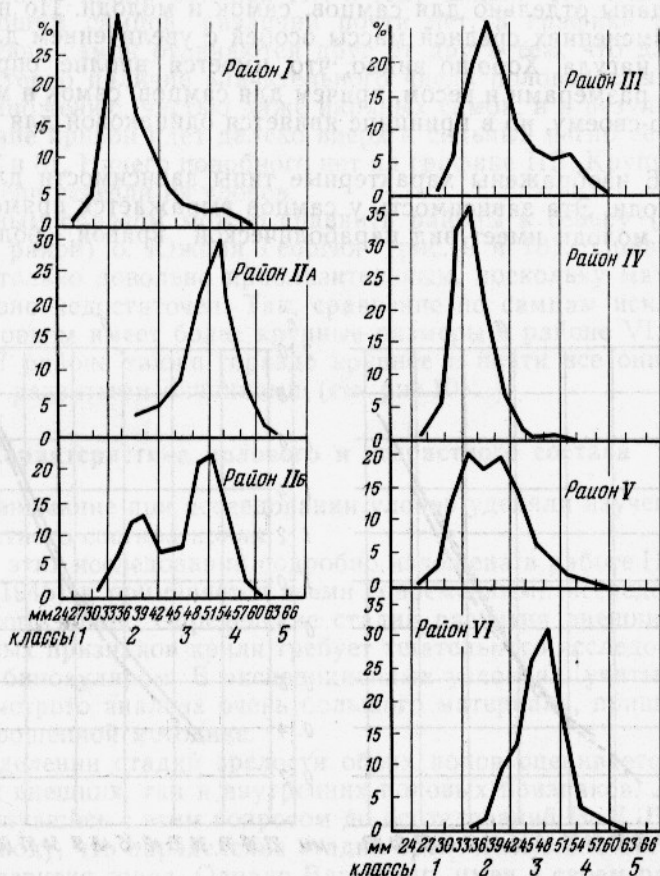


Рис. 5. Размерный состав криля по районам

крупного криля в этом районе, а также в смежных областях моря успехом не увенчались. Очень небольшое количество крупного криля было обнаружено в придонных горизонтах с помощью донного трала.

Интересна смена размерного состава, наблюдавшаяся во втором районе. Через неделю после начала работ здесь, в районе IIб (см. в табл. 1), в уловах появилась молодь (2-й класс) и в то же время происходит уменьшение количества половозрелых рачков (4-й класс). Вариационная кривая в этом случае имеет два пика, соответствующих обеим размерным группам.

Район VI отличается от всех остальных тем, что вершина вариационной кривой, характеризующей размерный состав криля, обитающего здесь, приходится на 3-й класс (мода 48—51). Как будет показано ниже, это объясняется преобладанием среди обычной молоди, относящейся ко 2-му классу, особей более крупного размера, чем в других районах.

Размерно-весовая характеристика

Во время биологического анализа проводили групповое взвешивание крыля каждой размерной группы и затем вычисляли среднюю массу одного экземпляра в ней. По этим данным построены графики размерно-весового состава крыля для наиболее важных районов, в которых удалось получить достаточное количество материала.

Кривые даны отдельно для самцов, самок и молоди. По ним можно судить об изменениях средней массы особей с увеличением длины в течение срока нагула. Хорошо видно, что имеется вполне определенная связь между размерами и весом, причем для самцов, самок и молоди она выражена по-своему, но в принципе является одинаковой для всех районов.

На рис. 6 изображены характерные типы зависимости для самцов, самок и молоди. Эта зависимость у самцов выражается прямой линией, а у самок и молоди имеет вид параболической кривой, более крутой у последних.

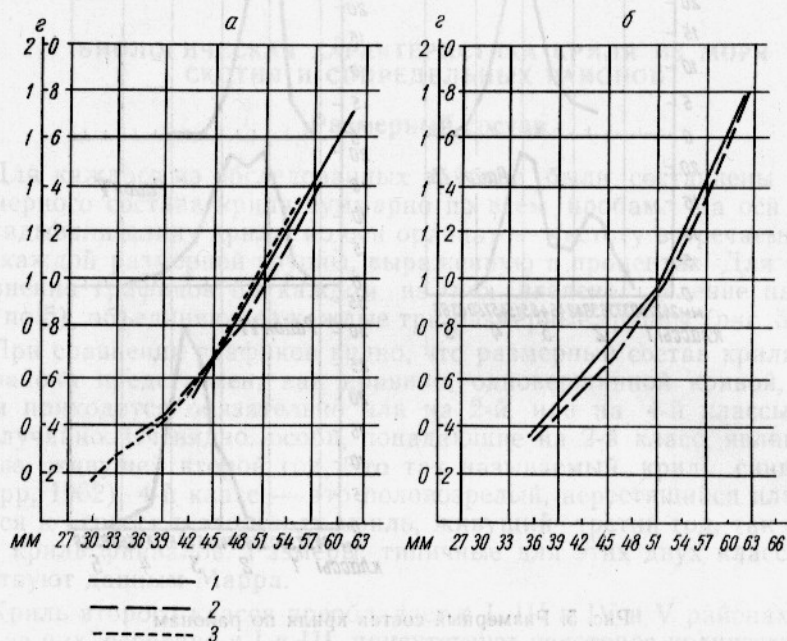


Рис. 6. Типы кривых размерно-весового соотношения:

а: 1 — самцы; 2 — самки; 3 — молодь; б: два возможных способа выражения размерно-весового соотношения для самок (ломаной линией обозначается соответствующей двум периодам развития; параболической кривой, соответствующей развитию без существенных качественных изменений)

Известно (Баргман, 1945), что самки растут медленнее, чем самцы, поэтому нижняя часть кривой для самок идет под более острым углом к оси абсцисс, чем у самцов. По мере роста самок этот угол возрастает, что связано с начавшимся интенсивным развитием яичников, и верхняя часть кривой теперь располагается под большим углом к оси абсцисс, чем у самцов. Совершенно очевидно, что размерно-весовой рост самок на данном этапе происходит быстрее, чем у самцов. Следовательно, оба этапа роста и развития самок можно изобразить на графике двумя прямыми, каждая из которых характеризует один из этих этапов (рис. 6, б).

Что касается размерно-весовой характеристики молодежи, то она выражена параболической кривой. Несмотря на то что тип зависимости между размером и весом самцов, самок и молодежи во всех районах одинаков, все же при сравнении районов по этим графикам можно получить некоторые косвенные данные, касающиеся отдельных этапов жизненного цикла, протекающих в это время в этих районах.

Сравнив массу крыла районов IА и IБ, видно, что между весом, характеризующим самцов, различий почти нет, а графики размерно-весового состава самок отличаются друг от друга тем, что для графика IА характерно наличие значительного числа половозрелых, готовящихся к размножению, частью даже икряных самок, и в результате этого продолжение кривой идет далеко вверх и сильный изгиб ее к оси ординат (рис. 7 и 8). Ничего подобного нет на графике IБ. Крупные самки к этому времени исчезли из уловов.

Аналогичным образом можно сравнить районы к северу (V район) и к югу (VI район) о. Южная Георгия (рис. 9 и 10). Сравнение это может быть только довольно приблизительным, поскольку материал по VI району явно недостаточен. Так, сравнение по самцам исключается; молодежь в основном имеет более крупные размеры в районе VI, чем в V, а самки в VI районе также гораздо крупнее и почти все они икряные или с сильно развитыми яичниками (см. рис. 10).

Характеристика полового и возрастного состава

Большое внимание при исследовании уловов уделяли изучению полового и возрастного состава крыла.

Методика этих исследований подробно изложена в работе Н. Е. Варгманн (1937, 1945) и применяется всеми современными исследователями антарктического крыла. Определение стадий развития внешних и внутренних половых признаков крыла требует тщательного исследования материала под биноклем. В экспедиционных условиях, учитывая необходимость быстрого анализа очень большого материала, пришлось прибегнуть к упрощенной методике.

При определении стадий зрелости обоих полов оценивается степень развития как внешних, так и внутренних половых признаков. J. T. Ruud (1932), столкнувшись с этим вопросом до исследований Н. Е. Варгманн, пришел к выводу, что определение стадий зрелости можно вести только по степени развития гонад. Однако Варгманн, имея в своем распоряжении более массовый материал, показала, что это не совсем так. Сравнивая степени развития внешних и внутренних половых признаков, она установила наличие корреляции между ними, хотя и недостаточно полной.

Опираясь на данные Н. Е. Варгманн, мы сочли возможным руководствоваться состоянием только внешних половых органов.

При анализе всех проб проводили распределение материала на половозрелых (взрослых) и на половозрелых (молодь) особей. К взрослым самцам мы относили только тех особей, у которых оказывалась полностью сформированной петазма, т. е. относящихся по классификации Н. Е. Варгманн к стадии G, все остальные самцы были отнесены нами к молодежи. При разделении самок возникли некоторые затруднения.

Выделяя половозрелых самок, мы ориентировались на окраску теликума и относили к ним только тех, теликум которых был хорошо заметен невооруженным глазом, будучи окрашен в ярко-красный цвет. На массовом материале нами установлено, что размеры самок с ярко окрашенным теликумом, которых мы условно называем «самками без спер-

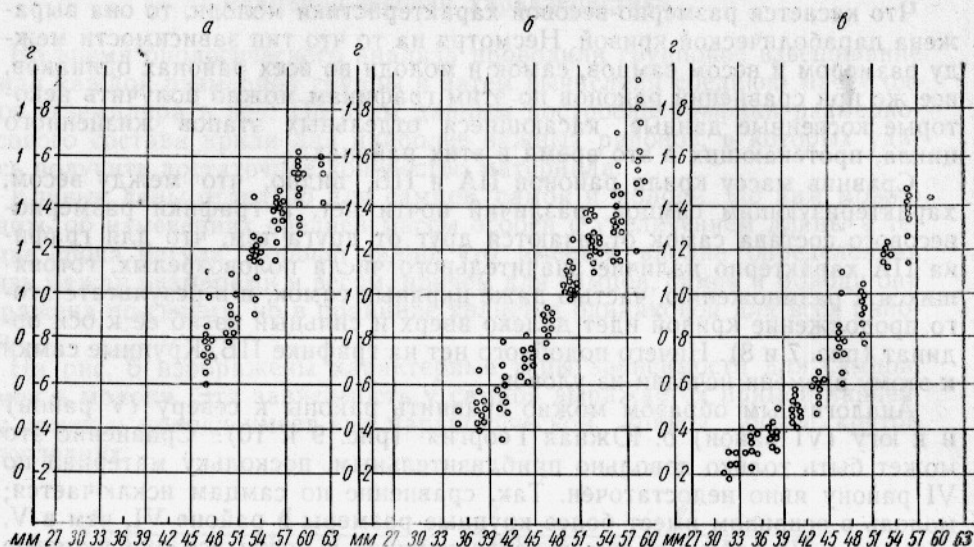


Рис. 7. Размерно-весовая характеристика крыла района ПА:

а — самцы; б — самки; в — молодь

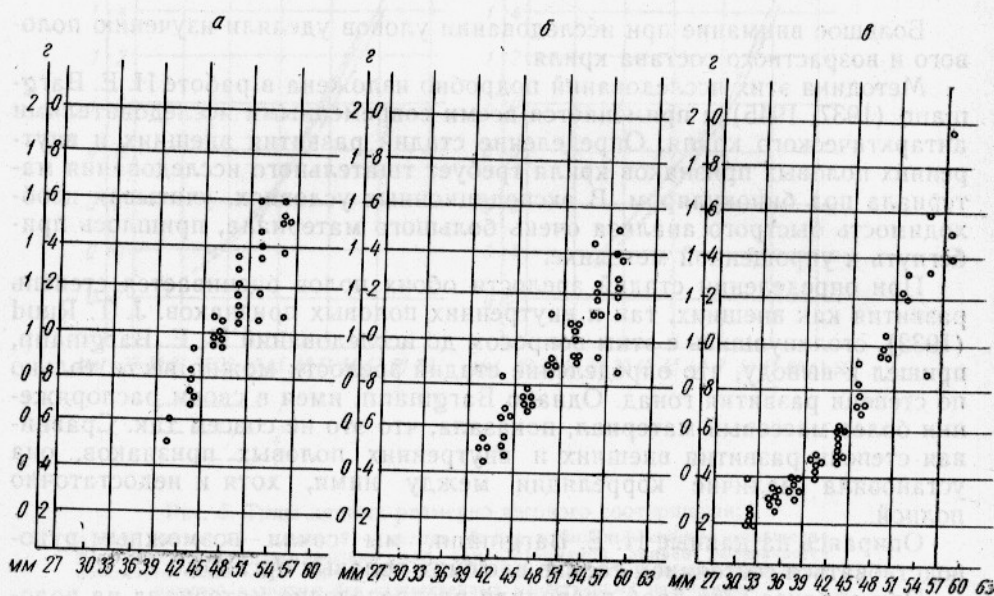


Рис. 8. Размерно-весовая характеристика крыла района ПБ:

а — самцы; б — самки; в — молодь

матофоров», в общем совпадают или бывают на одну размерную группу меньше, чем размеры самок, несущих на теликуме сперматофоры (табл. 2). Самок со сперматофорами, очевидно, можно считать половозрелыми. Таким образом, выделяемые нами половозрелые самки соответствуют *D E F G H* стадиям классификации Н. Е. Bargmann.

Остальные самки были отнесены к молодежи. Разделение молодежи на полы не проводили. В процессе анализа половозрелых самок мы учи-

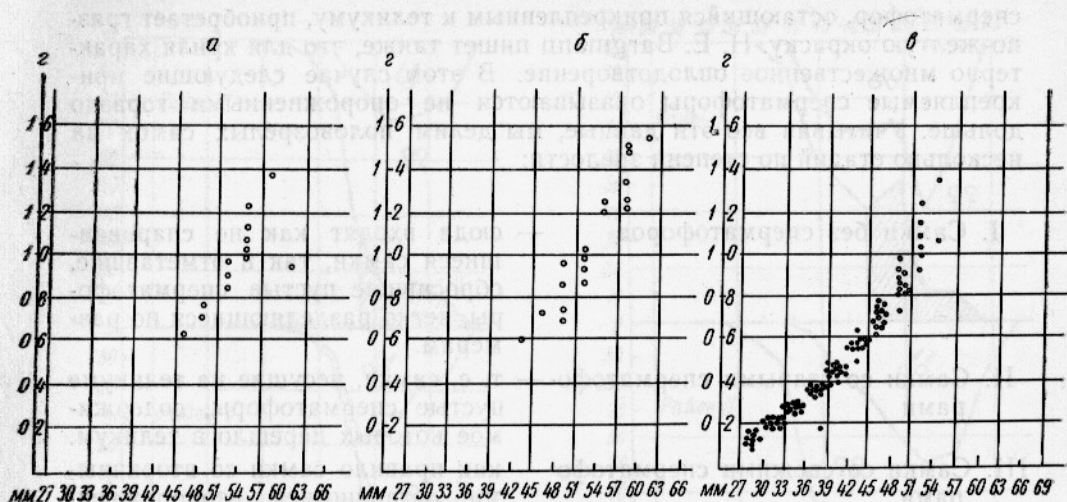


Рис. 9. Размерно-весовая характеристика крыла района V:

а — самцы; б — самки; в — молодь

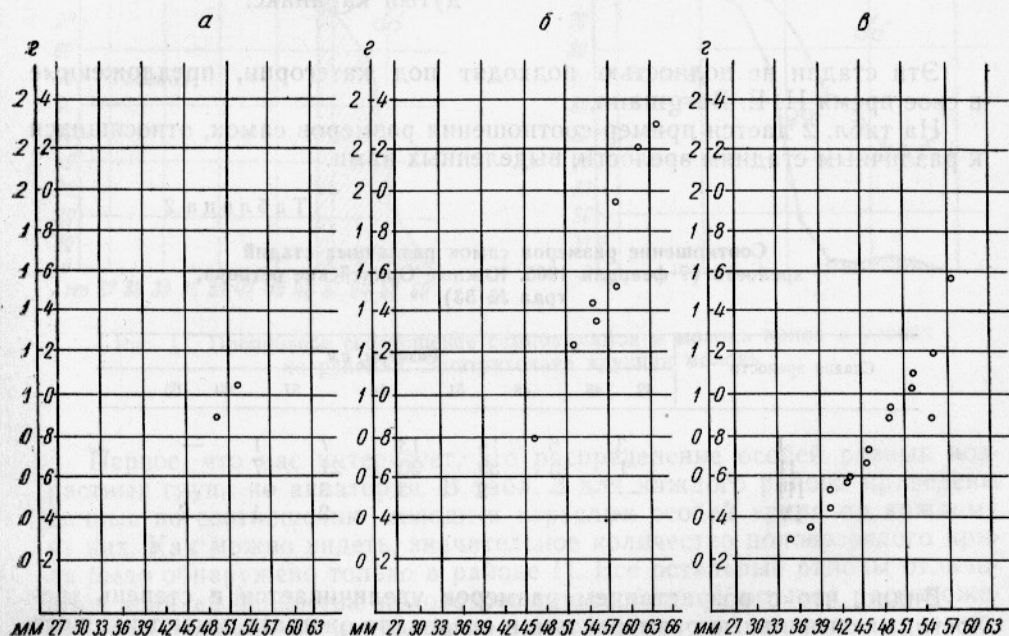


Рис. 10. Размерно-весовая характеристика крыла района VI:

а — самцы; б — самки; в — молодь

тывали состояние сперматорфов для того, чтобы выяснить особенности, связанные с процессами спаривания и нереста.

Как известно (Bargmann, 1937), самцы в процессе спаривания прикрепляют к теликуму самки два сперматорфа (реже один). Сперматорфор, наполненный спермой, имеет белый цвет. Довольно быстро, однако, сперма из него переходит в семяприемную камеру теликума. Здесь она и сохраняется до созревания яиц. Оплодотворение — внешнее. Пустой

сперматофор, остающийся прикрепленным к теликуму, приобретает грязно-желтую окраску. Н. Е. Bargmann пишет также, что для криля характерно множественное оплодотворение. В этом случае следующие прикрепляемые сперматофоры оказываются не опорожненными гораздо дольше. Учитывая все эти данные, мы делим половозрелых самок на несколько стадий по степени зрелости:

- I. Самки без сперматофоров — сюда входят как не спаривавшиеся самки, так и отметавшие, сбросившие пустые сперматофоры, четко разделяющиеся по размерам.
- II. Самки со старыми сперматофорами — т. е. самки, несущие на теликуме пустые сперматофоры, содержание которых перешло в теликум.
- III. Самки со свежими сперматофорами — как правило самки со вторичными, оставшимися неопорожненными сперматофорами.
- IV. Икранные самки — могут нести любые сперматофоры, но имеют характерный раздутый карапакс.

Эти стадии не полностью подходят под категории, предложенные в свое время Н. Е. Bargmann.

На табл. 2 дается пример соотношения размеров самок, относящихся к различным стадиям зрелости, выделенных нами.

Таблица 2

Соотношение размеров самок различных стадий зрелости (7 февраля 1965. Южные Оркнейские острова, трал № 53)

Стадия зрелости	Размеры, см							
	42	45	48	51	54	57	60	63
I		3	6	14	13	7	1	—
II		1	13	39	30	21	7	1
III		—	—	2	3	3	—	—
IV		—	—	—	—	2	1	2

Видно, что с возрастанием размеров увеличивается и степень зрелости, максимальные размеры, как и следовало ожидать, имеют икранные самки. Самок без сперматофоров, имеющих примерно одинаковые размеры с икрянными, можно считать отметавшими.

Таким образом, учитывая размеры самок и стадии их зрелости, можно говорить о ходе спаривания и нереста. Однако в нашем случае пришлось ограничиться только констатацией одного этого факта для каждого из районов, где встречались половозрелые самки, так как малая продолжительность сроков работ в каждом районе лишала нас, естественно, возможности проследить динамику этих процессов.

Переходим теперь к изложению материалов, касающихся вопросов, связанных с возрастным и половым составом криля в период нашей работы.

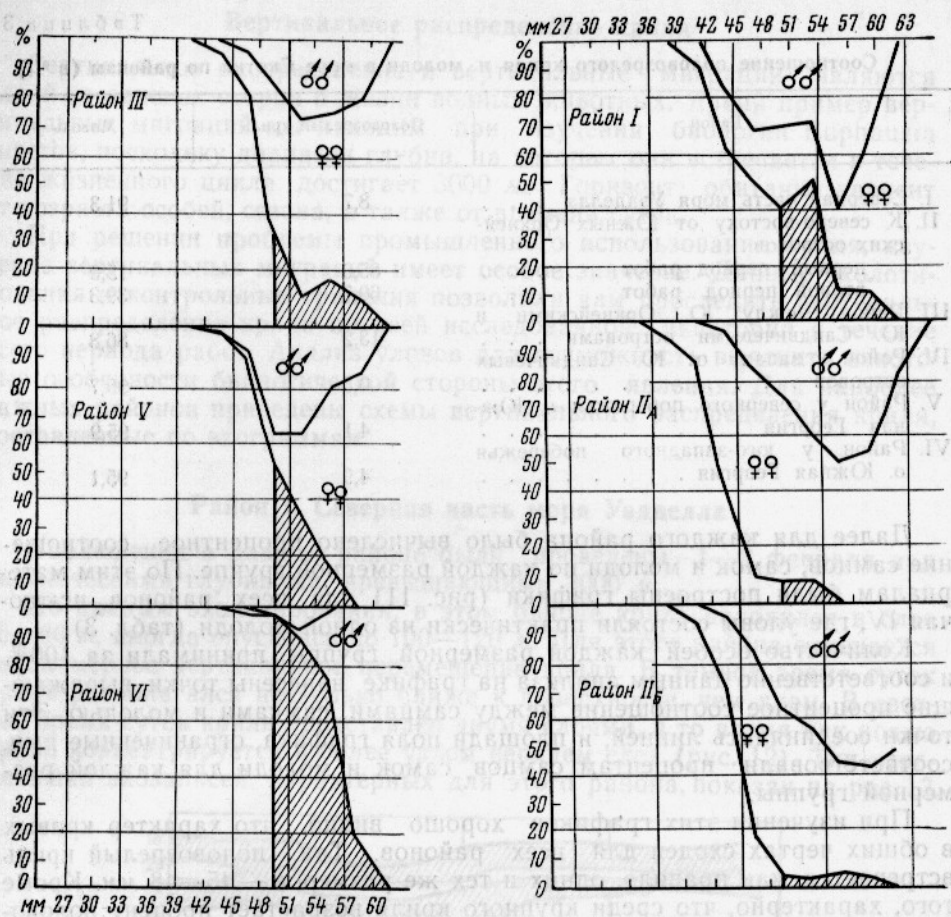


Рис. 11. Процентное соотношение самцов, самок и молоди криля в уловах по районам. Заштрихована крупная молодь

Первое, что нас интересует, это распределение особей разных возрастных групп по акватории. В табл. 3 для каждого района приведены данные по соотношению молоди и взрослых особей криля по каждому из них. Как можно видеть, значительное количество половозрелого криля было обнаружено только в районе II. Все остальные районы отличаются крайней бедностью половозрелыми особями. Учитывая расположение этих районов на карте, легко заметить, что половозрелые, размножающиеся в этом сезоне особи представлены в значительном количестве только в районе островного шельфа (Южные Оркнейские острова). В отдалении от островных районов над океаническими глубинами встречается почти исключительно молодь, а половозрелый криль всегда составляет очень незначительную часть улова, что хорошо видно на примере районов I, III и IV.

Рассмотренная особенность представляет несомненный интерес, и позднее мы остановимся на этом явлении более подробно.

Исключение составляет только район о. Южной Георгии, где у берега были встречены скопления криля, состоящие почти исключительно из молодых рачков.

Соотношение половозрелого криля и молоди в море Скотия по районам (в %)

Район	Половозрелый криль	Молодь
I. Северная часть моря Уэдделла	8,7	91,3
II. К северо-востоку от Южных Оркнейских островов		
первый период работ	85,0	15,0
второй период работ	60,7	39,3
III. Район между Ю. Оркнейскими и Ю. Сандвичевыми островами	13,2	86,8
IV. Район к западу от Ю. Сандвичевых островов	0,3	99,7
V. Район у северного побережья о. Южная Георгия	4,1	95,9
VI. Район у юго-западного побережья о. Южная Георгия	4,9	95,1

Далее для каждого района было вычислено процентное соотношение самцов, самок и молоди по каждой размерной группе. По этим материалам были построены графики (рис. 11) для всех районов, исключая IV, где уловы состояли практически из одной молоди (табл. 3).

Количество особей каждой размерной группы принимали за 100% и соответственно данным анализа на графике нанесены точки, выражающие процентное соотношение между самцами, самками и молодью. Эти точки соединялись линией, и площади поля графика, ограниченные ими, соответствовали процентам самцов, самок и молоди для каждой размерной группы.

При изучении этих графиков хорошо видно, что характер кривых в общих чертах сходен для всех районов. Так, половозрелый криль встречается, как правило, одних и тех же размеров — 45—48 мм. Кроме того, характерно, что среди крупного криля возрастает процент половозрелости самок. Таким образом, близкие данные по размерно-возрастному составу криля разных районов свидетельствуют об однородности его популяции для отдельных районов моря Скотия.

В некоторых пробах нам попадались особи с недостаточно развитой петазмой и почти неразвитыми внутренними половыми органами (степень развития петазмы соответствовала обычно стадиям В или С по классификации Bargmann (1945). По величине эти особи были крупнее обычных половозрелых самцов или, во всяком случае, равны им. Аналогичное явление у самок обнаружено не было (см. рис. 11).

Исследователями криля отмечалось, что особи одного и того же поколения сильно варьируются в размерах. Причина этого, по мнению Graser (1936), Bargmann (1945) и Magg (1962), заключается в том, что появление особенно крупных особей связано, по всей вероятности, с условиями откорма.

Проведенный анализ на жирность (статья Крючковой, Макарова опубликована в настоящем сборнике) этой молоди дал самые высокие для криля цифры — от 6,3 до 7,2%. Высокая жирность именно этой молоди может служить, по-видимому, определенным подтверждением предложения, высказанного выше.

Можно предполагать, что в этих условиях рост рачков опережает их развитие. Очевидно, к тому же, что это явление более резко выражено у самцов, имеющих, как указывала Bargmann, более высокий темп роста.

Вертикальное распределение криля

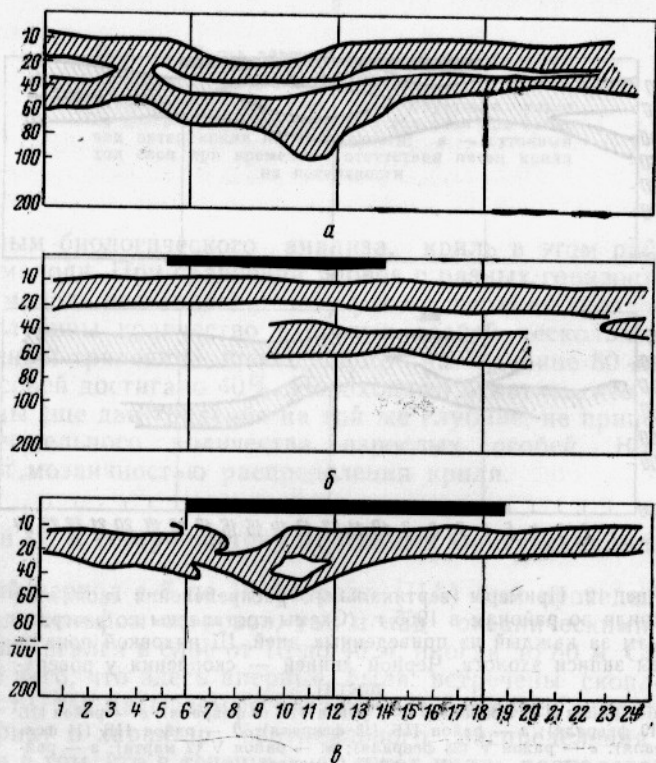
Вертикальное распределение и вертикальные миграции являются одной из важных сторон в жизни водных животных. Яркий пример вертикальных миграций мы находим при изучении биологии *Euphausia superba*, поскольку диапазон глубин, на которых она встречается в течение жизненного цикла, достигает 3000 м. Горизонт обитания зависит от возраста особей, сезона, а также от времени суток.

При решении проблемы промышленного использования криля, изучение вертикальных миграций имеет особое значение. Данные эхолотирования и контрольные траления позволили нам проследить вертикальное распределение криля по всей исследованной акватории в течение всего периода работ. Анализ уловов дал возможность выяснить некоторые особенности биологической стороны этого явления. Для наиболее важных районов приведены схемы вертикального распределения криля, составленные по эхограммам.

Район I. Северная часть моря Уэдделла

Наблюдения в данном районе были проведены 1—3 февраля над океаническими глубинами, превышающими 3000 м.

По данным эхолотирования, в этом районе криль находился в слое 15—60 м, иногда опускаясь до 100—120 м. Для этого района отмечается закономерное вертикальное перемещение криля. В темное время суток криль располагался несколько ближе к поверхности, чем днем. В светлое время суток криль представлен двумя слоями, в то время как ночью криль концентрируется в более узком верхнем слое (рис. 12). Тип перемещений эхозаписей, характерных для этого района, показан на рис. 13.



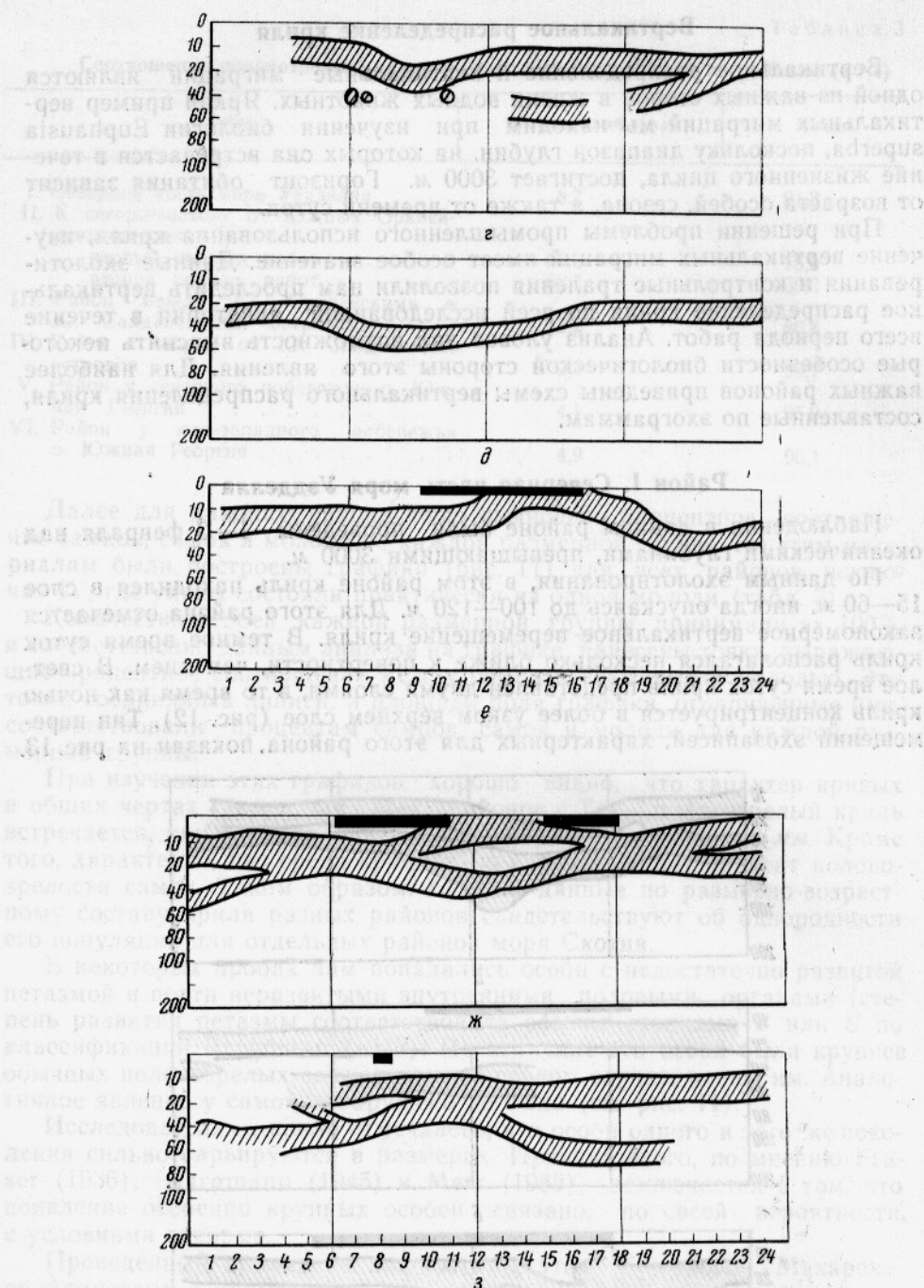


Рис. 12. Примеры вертикального распределения скоплений крыла по районам в 1965 г. (Схемы составлены по эхограммам за каждый из приведенных дней. Штриховкой показаны записи эхолота. Черной линией — скопления у поверхности):

а — район I (3 февраля); б — район IIA (8 февраля); в — район IIB (10 февраля); г — район IIB (13 февраля); д — район IIB (14 февраля); е — район V (28 февраля); ж — район V (2 марта); з — район V (3 марта)

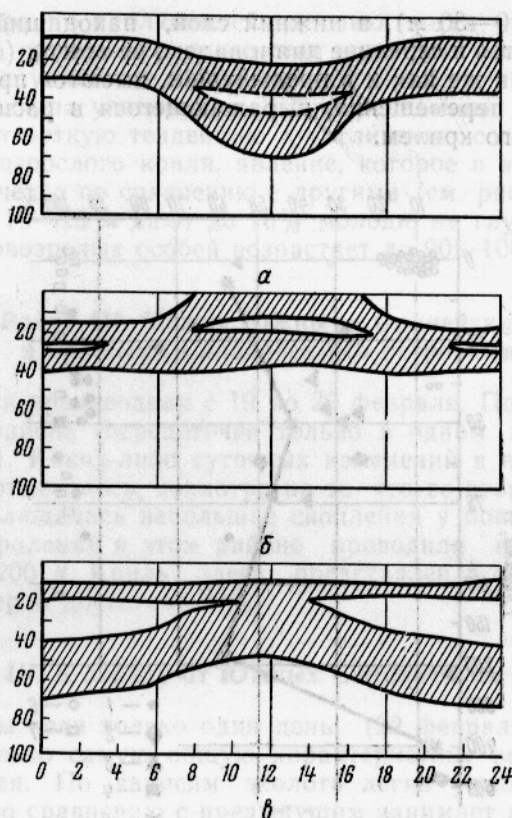


Рис. 13. Типы вертикального распределения скоплений криля:

а — суточный ход слоя при отсутствии пятен на поверхности; *б* — суточный ход слоя при наличии пятен криля на поверхности; *в* — суточный ход слоя при временном отсутствии пятен криля на поверхности

По данным биологического анализа, криль в этом районе состоял на 91% из молоди. При сравнении уловов с разных горизонтов (рис. 14) видно, что молодь составляет основу уловов верхних горизонтов. С увеличением глубины количество взрослых особей несколько возрастает. Так, по данным траления, проведенного на глубине 80 м, количество взрослых особей достигало 40%. Необходимо отметить, что в этом районе проведены еще два траления на той же глубине, не принесшие сколь-нибудь значительного количества взрослых особей. Возможно, это объясняется мозаичностью распределения криля.

Район II. К северо-востоку от Южных Оркнейских островов

В первый период с 5 по 10 февраля (IIA) был проведен ряд тралений как над шельфом островов, так и над океаническими глубинами. Криль располагался в слое от 10 до 40 м, иногда до 80 м. Следует отметить, кроме того, что здесь впервые были встречены скопления криля у поверхности, так называемые пятна. Наличие пятен вносит определенную специфику в характер вертикального распределения криля. Это выражается в том, что в течение всех суток криль располагается в верх-

нем слое воды (10—30 м), а нижний слой, находящийся на глубинах 30—60 м, появляется в середине дня и далеко не всегда (см. рис. 12, б, в). В этом районе, так же как и в предыдущем, имеются признаки суточного вертикального перемещения, выражающегося в расширении по глубине слоя, занятого крилем.

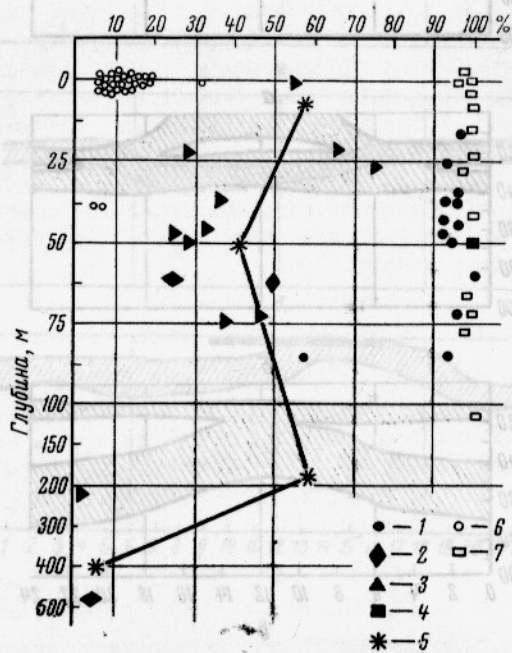


Рис. 14. График возрастной стратификации криля по глубинам:

1 — район I; 2 — район IIA (первая зона); 3 — район IIB; 4 — район V (первый период); 5 — трапы вертикального разреза; 6 — район IIA (вторая зона); 7 — район V (второй период). По оси абсцисс дается % молодежи

Улов криля в этом районе состоял в отличие от улова криля I района из половозрелых особей, которые и образовывали пятна у поверхности. Молодь составляла в среднем не более 15% от общего количества особей.

Рассматриваемый район по характеру распределения криля можно разделить на две зоны. В первой зоне, расположенной над островным шельфом, пятен не обнаружено. Они были встречены во второй зоне района над материковым склоном и океаническими глубинами. Криль в этих зонах отличается по своим биологическим особенностям, что отражается на характере его вертикального распределения. В первой зоне больше молодежи с уменьшением глубины траления. Во второй зоне — возрастной градиент по глубинам не наблюдается.

Во второй период, с 10 по 15 февраля, работы проводили примерно в том же районе, что и в предыдущем. Однако обстановка существенным образом изменилась. Пятна криля не наблюдались. Вертикальное распределение и перемещение криля в течение суток во многом напоминало таковое в северной части моря Уэдделла. В светлое время суток криль опускался и рассредотачивался, образуя два слоя. Один из них — верхний — расположен на глубине 15—30 м, а нижний — на 40—70 м.

Аналогичная картина наблюдается и ночью, когда криль поднимается в более высокие, приповерхностные слои воды (см. рис. 12, з, д).

Количество крупного половозрелого криля значительно снизилось, снизилась и величина уловов. Траления, проведенные на разных глубинах, показывают четкую тенденцию к увеличению с глубиной процента половозрелого, взрослого криля, явление, которое в этом районе выражено наиболее четко по сравнению с другими (см. рис. 14). Так, траления на глубине 10—25 м дают до 70% молоди, на глубинах 200—400 м количество половозрелых особей возрастает до 90—100%.

Район III. Между Южными Оркнейскими и Южными Сандвичевыми островами

Исследования производили с 19 по 20 февраля. По данным эхолота, криль в этом районе сосредоточен только в одном подповерхностном слое (10—15 м). Каких-либо суточных изменений в вертикальном распределении не отмечалось, несмотря на то что во вторую половину дня 20 февраля наблюдались небольшие скопления у поверхности. Следует отметить, что траления в этом районе проводили над океаническими глубинами, до 200 м. Криль здесь представлен в основном молодью, количество которой достигает 90%.

Район IV. К западу от Южных Сандвичевых островов

Здесь работы вели только один день (22 февраля), в связи с чем можно дать только самую общую характеристику вертикального распределения криля. По записям эхолота легко установить, что криль в этом районе по сравнению с предыдущим занимает значительно более широкий слой воды, особенно в дневное время. Верхняя граница проходит на глубине 10—15 м в светлое время суток и 20—25 м в ночное. Нижняя граница подвержена большим колебаниям в течение суток, изменяясь от 45 м в темное время суток, до 80 м в светлое. В дневное время наблюдались скопления у поверхности с одновременным разделением скоплений криля в толще воды на два слоя. Один из них, верхний, прослеживался на глубине от 10 до 20 м, нижний — находился на глубине 40—80 м.

Этот район интересен почти полным отсутствием половозрелого криля. Процент молоди в пробах из тралений, проведенных в этом районе, достигал 98—100%. Все эти траления были проведены в самых поверхностных слоях, и поэтому нет возможности дать характеристику более глубоких участков моря.

Район V. К северо-востоку от о. Южная Георгия

В этом районе проведены траления с 25 февраля по 9 марта. Первые несколько тралений, сделанные при подходе к острову с его восточной стороны, расположены совершенно в стороне от основного места работ в этом районе, и поэтому целесообразно остановиться на них отдельно, тем более, что они существенным образом отличаются от остальных тралений и по биологической характеристике пойманного криля.

Эти траления были проведены 25 февраля и располагались над океаническими глубинами. Криль, встреченный здесь, находился главным образом в слое от 10 до 80 м, не образуя скоплений у поверхности. Подобная картина распределения криля наблюдалась и в других райо-

нах, где не было скоплений у поверхности. Так же как и тогда, наблюдалось некоторое опускание и расслоение слоя скоплений криля в дневное время. Днем появлялись обычные два слоя, один из которых находился на глубине 15—40 м, а второй — расположен значительно ниже — на глубинах 50—100 м.

По данным траловых уловов удается довольно четко проследить вертикальную стратификацию в отношении возрастного состава (см. рис. 14).

Три траления, проведенные на глубине менее 5—60 м, свидетельствуют о преобладании в этом слое молоди (до 95—98%), в то время как трал с глубины 150 м дал совершенно обратную картину, принеся улов криля (до 50 кг), в котором взрослые половозрелые особи составляли более 80% от общего числа добытых рачков.

Остальные траления, в количестве нескольких десятков, проведены над шельфом и верхней частью свала к северо-востоку от о. Южная Георгия над глубинами от 100 до 600 м. Период работ здесь охватывает время от 28 февраля до 9 марта, и наиболее характерной чертой криля в этом районе является образование им скоплений у поверхности исключительной мощности, превосходящей все, что мы видели до сих пор в других местах. Судя по записям на эхолоте, распределение криля в толще воды достаточно характерно и заключается в следующем. Почти все время, как днем, так и ночью, прослеживаются два слоя (см. рис. 12, *е*, *ж*). В образовании пятен принимает участие, по-видимому, верхний, расположенный в слое от поверхности до 20 м. Именно этот слой подвержен вертикальным перемещениям в течение суток. В большинстве случаев, как и в других районах, где наблюдались пятна, верхний слой в светлое время суток поднимался к поверхности, принимая, по-видимому, участие в их образовании. Этот же слой в дни, когда пятна не наблюдались, держался в течение суток довольно стабильно на одной глубине. Нижележащий слой криля держался на глубинах 35—40 м в дни, когда наблюдались скопления криля у поверхности.

В другие дни, когда сколько-нибудь заметные пятна криля у поверхности отсутствовали, слой криля подвергался значительно большим колебаниям по глубине (см. рис. 12 и 13). В большинстве случаев в середине дня, в самое светлое время суток, наблюдалось поднятие этого слоя, обычно расположенного на глубине 40—70 м, до глубин 15—25 м и слияние его с верхним слоем. В темное время суток почти всегда наблюдались два четко выраженных слоя. Все перемещения слоев криля свидетельствуют, что для криля этого района характерны четкие суточные вертикальные миграции.

Криль в районе о. Южная Георгия состоял на 90—95%, а иногда и более из неполовозрелых особей. Вертикальная возрастная стратификация по глубине не прослеживалась, хотя в этом районе были проведены траления как в поверхностных, так и в средних и даже придонных слоях воды.

Район VI. К юго-западу от о. Южная Георгия

В этом последнем районе работы проводились 11 марта над глубинами от 230 до 1400 м. Здесь криль в течение всего времени суток держался на глубине 40—60 м без каких-либо вертикальных перемещений. В середине светлого времени суток эхолотом был зарегистрирован на глубине 5—15 м разреженный слой, по-видимому, криля. Криль в этом районе заметных суточных вертикальных миграций не совершает.

На 95% криль состоял из молоди, и с увеличением глубины процент особей от общего количества криля в улове не возрастал. Даже в донном трале, поднятом с глубины 230 м, количество молоди достигало 92%.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В море Скотия скопления криля приурочены к островной дуге. Судно «Академик Книпович», продвигаясь вдоль дуги островов — Южных Оркнейских, Южных Сандвичевых и Южной Георгии, везде в том или ином количестве встречало скопления криля. В то же время, пересекая три раза море Скотия в субмеридиональном направлении в разных местах, мы криля не обнаружили. Поиск криля, проводившийся с помощью эхолота, достаточно репрезентативен, так как там, где были даже незначительные его скопления у островов, они хорошо регистрировались на эхограмме.

Следует сразу же отметить, что в водах, непосредственно примыкающих к островам, криль встречается в больших количествах, чем в промежутках между архипелагами островов. Криль придерживается обычно вод над шельфами и верхними зонами склонов островов. Так, у Южных Оркнейских островов криль располагается над верхней частью склона и в меньшей степени над островным шельфом. С другой стороны — в районе о. Южная Георгия скопления криля располагались преимущественно над островным шельфом северо-западного побережья.

Работая в первых числах марта у северо-восточных берегов этого острова, мы обнаружили очень большие скопления криля у поверхности.

В районах Южных Оркнейских островов, западнее Южных Сандвичевых островов и у северо-западного побережья о. Южная Георгия нами были встречены пятна криля. Их размеры колебались в весьма значительном диапазоне — от 0,5 м до многих сотен метров. В разных районах пятна криля были весьма различны как по размерам, так и по возрастному составу входящих в них особей. Так, у берегов Южных Оркнейских островов наблюдались относительно мелкие пятна криля, состоящие из крупного половозрелого криля, СРТР «Орехово» встретил также скопления криля к западу от Южных Оркнейских островов. Небольшие скопления криля были отмечены судном «Академик Книпович» между Южными Оркнейскими и Южными Сандвичевыми островами.

Какова же причина такого распределения криля по акватории моря Скотия и прилегающих районов?

На неравномерное распределение криля в пределах изученной акватории оказывает влияние целый комплекс условий. Прежде всего — это рельеф, течения и связанные с ними особенности распределения биогенов и фитопланктона (см. рис. 4).

Во время поиска криля шло непрерывное изучение рельефа дна дуги и ложа моря Скотия и внесено много новых и интересных деталей (статья Авилова, Гершановича, опубликованная в настоящем сборнике). Обнаруженные концентрации криля располагались главным образом в районе островной дуги и подъёмов дна. Так, между Оркнейскими и Сандвичевыми островами были обнаружены подводные хребты, и именно над ними отмечено некоторое увеличение количества криля.

Влияние постоянных течений на характер распределения криля выражается прежде всего в переносе и концентрации в отдельных районах питательных солей, в создании благоприятных условий для разви-

тия фитопланктона и влиянии через эти факторы на условия питания, развитие и нерест криля.

Воды моря Скотия и прилегающих районов отличаются богатством биогенов. Присутствие их в поверхностных слоях воды Дикон (1937) объясняет подъемом глубинных вод.

Наиболее высокие величины первичной продукции имеют воды, прилегающие к островной дуге. Центральная часть моря характеризовалась низкими величинами первичной продукции (статья Волковинского и статья Орадовского, опубликованные в настоящем сборнике).

Неравномерность распределения условий, играющих первостепенную роль в жизни криля, заметна не только в масштабе моря в целом, но и в пределах каждой группы островов. Так, наиболее высокие показатели первичной продукции мы имеем для Южных Оркнейских островов — в районе восточной части шельфа, крайних островов этой группы. То же самое В. В. Волковинский отмечает для о. Южная Георгия. В последнем районе у северо-восточного побережья величина первичной продукции в несколько раз превышает таковую у юго-западного побережья. Резко возрастают эти величины и на банке Бердвуд, при подходе к Фолклендским островам.

Аналогичным образом, естественно, распределен и фитопланктон, пища криля (статья Канаевой, опубликованная в настоящем сборнике).

Небольшие величины первичной продукции центральной части моря Скотия, лежащей над океаническими глубинами, соответствуют низким показателям биомассы фитопланктона. Все это, по-видимому, имеет прямое отношение к отсутствию в этих районах сколько-нибудь заметных скоплений криля.

Все районы, отличающиеся высокой продуктивностью и богатством жизни, лежат как бы в «теневой» стороне островов по отношению к направлению господствующих ветров и течений (Uda Jshino, 1958). Очевидно, в этих местах накапливаются и задерживаются биогенные элементы, а также микроэлементы, создающие благоприятные условия для развития фитопланктона.

Марр в своей монографии (1962) приводит кривые роста криля для всего его жизненного цикла. Данные Руда, Баргман и Марра, изображенные на этих кривых, мы дополнили материалами, собранными во время экспедиции, что дало возможность в какой-то степени уточнить характер роста криля на массовых сборах (рис. 15). Материал позволяет выяснить годовые колебания размеров криля в зависимости от гидрологических условий, влияющих на темп роста морских организмов.

Как можно видеть, февральские данные по материалу из района Южных Оркнейских островов располагаются выше кривой Руда и Баргман. Это можно объяснить тем, что 1965 г. был теплым, что особенно хорошо видно на средних размерах молоди, растущей более интенсивно, чем взрослые. Данные за март по району о. Южная Георгия лежат в пределах кривой Баргман и Руда, хотя средние размеры самок по нашим данным больше средних размеров самцов, тогда как у Баргман имеется обратное соотношение.

Марр считает, что в морях Скотия и Уэдделла имеется, по крайней мере, два района размножения криля. Это район течения Восточных Ветров в море Уэдделла и часть вод над материковым шельфом Земли Грэйама в северо-восточной части того же моря. С течением Восточных Ветров криль перемещается вдоль материкового склона на запад и далее, на северо-запад и север к Земле Грэйама. Попадая в течение Уэдделла, криль вместе с ним доходит до южного края островного шельфа Южных Оркнейских островов, и, огибая его, достигает района восточной

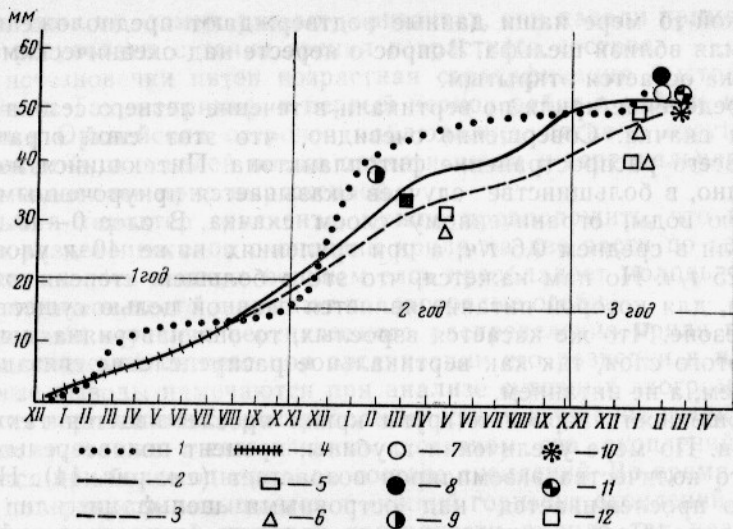


Рис. 15. Кривые роста крыла:

1 — по Руду; 2 — самцы по Баргман; 3 — самки по Баргман; 4 — молодь по Баргман; 5 — самцы по Марру; 6 — самки по Марру; 7, 8 и 9 — по наблюдениям авторов в районе Оркнейских островов; 10, 11 и 12 — по наблюдениям авторов в районе о. Южная Георгия.

части склона и шельфа этих островов, где находит благоприятные условия для нагула. Этим же течением Уэдделла криль, частично перемещаясь с крилем, рождающимся в районе Земли Грэйама, переносится из района над материковым шельфом Земли Грэйама к Южным Оркнейским островам, Южным Сандвичевым островам и далее, к шельфу о. Южной Георгии (частично), т. е. почти по всей островной дуге моря Скотии. Кроме того, популяция криля пополняется также рачками, приносимыми с водами из моря Беллинсгаузена, проходящими через проливы Брансфилда и Дрейка и достигающими юго-западной части шельфа о. Южная Георгия.

По нашим данным получается, что различные возрастные группы криля существуют раздельно. Так, почти во всех случаях в уловах обычно резко преобладала только одна какая-то возрастная группа, и лишь в редких случаях улов состоял из криля разных возрастов.

Отмеченное изменение размерного состава уловов криля при одновременном уменьшении количества крупных особей в районе Оркнейских островов представляет значительный интерес. Попытки обнаружить крупный криль вблизи мест, где неделю тому назад были обнаружены его скопления, успехом не увенчались.

Предположения о гибели криля после размножения делаются еще более вероятными при рассмотрении данных по жирности. По данным М. И. Крюковой, О. Е. Макарова (статья публикуется в настоящем сборнике), молодой неполовозрелый криль, готовящийся к зимовке, имеет до 6—7% жира. Взрослые особи в период размножения имеют менее 4% (самки), а у самцов количество жира не достигает даже 2%. Трудно предположить, что с такими небольшими энергетическими ресурсами криль способен перенести длительную антарктическую зиму.

Эти данные имеют определенное практическое значение. В первую половину лета промысел должен ориентироваться на использование взрослого криля, а в конце лета на молоди, заканчивающей откорм.

В какой-то мере наши данные подтверждают предположения о нересте криля вблизи шельфа. Вопрос о нересте над океаническими глубинами пока остается открытым.

Распределение криля по вертикали в течение летнего сезона связано со слоем скачка. Совершенно очевидно, что этот слой ограничивает прежде всего распространение фитопланктона. Питающийся же криль, естественно, в большинстве случаев оказывается приуроченным к верхнему слою воды, ограниченному слоем скачка. В слое 0—40 м уловы составляли в среднем 0,6 т/ч, а при тралениях ниже 40 м уловы только — 0,25 т/ч. Но нам кажется, что это в большей степени относится к молоди, для которой питание является главной целью существования в этом сезоне. Что же касается взрослых, то они наверняка могут быть и ниже этого слоя, так как вертикальное распределение связано с размножением, а не питанием.

Разобшенность взрослых групп криля прослеживается также и по вертикали. По мере увеличения глубины, процент половозрелых особей от общего количества экземпляров возрастает (см. рис. 14). Наиболее четко это прослеживается над островными шельфами или верхней частью свала. Ярким примером этого является серия тралений, проведенная в период работ в районе Южных Оркнейских островов во второй период работ, на разных глубинах примерно в одном и том же месте. Было сделано 4 траления по следующим горизонтам 0—12; 0—50; 0—180 и 0—410 м. На некотором отдалении проведено донное траление. Как можно видеть, общую тенденцию уменьшения количества молоди с глубиной нарушает только улов третьего трала, что, очевидно, связано с тем, что значительная часть улова этого глубинного трала попала в верхних горизонтах (табл. 4).

Одновременно с траловыми уловами этой серии анализировали пробы криля, добытые притраловой сетью. Донный трал улова криля не дал, однако, некоторое количество крупных рачков попало в притраловую сеть.

Возрастная стратификация по глубинам наблюдалась, как правило, в местах, где отсутствовали скопления криля у поверхности. В то же время в районах, где наблюдались скопления на поверхности, стратификация возрастов по глубинам практически отсутствовала (см. рис. 14). По возрастному составу уловы глубинных тралов в таких районах практически ничем не отличались от уловов тралений, проведенных в поверхностных слоях воды.

Таблица 4

Данные вертикального тралового разреза
у Южных Оркнейских островов

№ трала	Горизонты лова, м	Количество молоди, %	
		трал	притраловая сеть
99	12	57,2	Нет данных
100	50	41,8	33,7
101	180	57,1	57,7
102	480	10,3	35,6
103	340 (донный трал)	Нет улова	19,0

В качестве примера можно указать на траления, проведенные во время работ у северо-восточной части о. Южная Георгия. Здесь наблюдались большие скопления криля у поверхности и практически отсутствовала возрастная стратификация по глубинам. Несмотря на то что трале-

ния проводили на самых разных горизонтах, они давали примерно одинаковые результаты с точки зрения возрастного состава.

При исчезновении пятен возрастная стратификация быстро восстанавливается. Так, например, в первый период работ в районе к востоку от Южных Оркнейских островов наблюдались пятна и отсутствовала стратификация, а неделей позже пятна исчезли и вертикальная стратификация оказалась ярко выраженной.

Учитывая характер градиента, можно предположить, что во время дневного разделения слоя скоплений криля на две части по вертикали, о чем указывалось выше, в верхнем слое преобладает молодь, а в нижнем значительное место занимают половозрелые особи.

Результаты изучения вертикального распределения криля представляют практический интерес при организации его разведки и промысла.

Важные выводы намечаются при анализе суточных эхограмм криля. Изменения вертикального распределения криля в течение суток связано, по-видимому, также с качественным составом его скоплений. Пятна образуются при более однородном составе скоплений. Во время подъема криля к поверхности повышается и нижний горизонт скоплений.

Природа скоплений криля у поверхности в виде так называемых пятен различна. Чаше встречаются небольшие косячки диаметром в несколько метров. Большие стаи достигали нескольких десятков метров в диаметре. Обычно весь криль в таких стаях ориентирован в одном направлении, неоднократно с борта судна наблюдались скопления криля в виде полос — лент длиной в несколько десятков метров и шириной от 1 до 5 м и более. Рачки в таких скоплениях всегда ориентированы в одном направлении, и полоса его всегда подвижна. Наблюдения аквалангистов полностью подтверждают ориентированное положение рачков в стаях, что несомненно указывает на движение такого рода скоплений.

Но наряду с такими скоплениями участники экспедиции на судне «Академик Книпович» наблюдали поля криля, площадь которых достигала нескольких квадратных километров. Это были скопления из сотен и тысяч стай криля. Плотность таких скоплений была наибольшей, особенно у подветренного борта при дрейфе судна через поле.

По поводу причин появления криля у самой поверхности существует несколько точек зрения.

К. В. Беклемишев (1959, 1961) предполагает, что криль поднимается к поверхности воды в результате циклонической деятельности в местах дивергенции вод, т. е. концентрации его у поверхности имеют под собой чисто механические причины.

Имеются высказывания о скоплении криля в районе стыка и завихренный течения.

Марр (1962), основываясь на биологическом анализе скоплений криля, выдвигает предположение об активном совместном действии рачков, образующих скопления.

Анализ размерного состава скоплений криля в отдельных стаях убеждает в однородности размерного состава и сходности физиологического состояния отдельных особей (рис. 16).

Следовательно, скопления криля представляют собой какие-то целостные образования типа роев или стай. Марр в данном случае употребляет выражение «swarm». Он подвергает этот вопрос всестороннему обсуждению, привлекая обширный материал по биологии общественных животных, и говорит о возможности проведения соответствующих аналогий.

Дальнейшие предположения на данном этапе исследований едва ли имеют смысл. Очевидно, только скопления очень больших размеров,

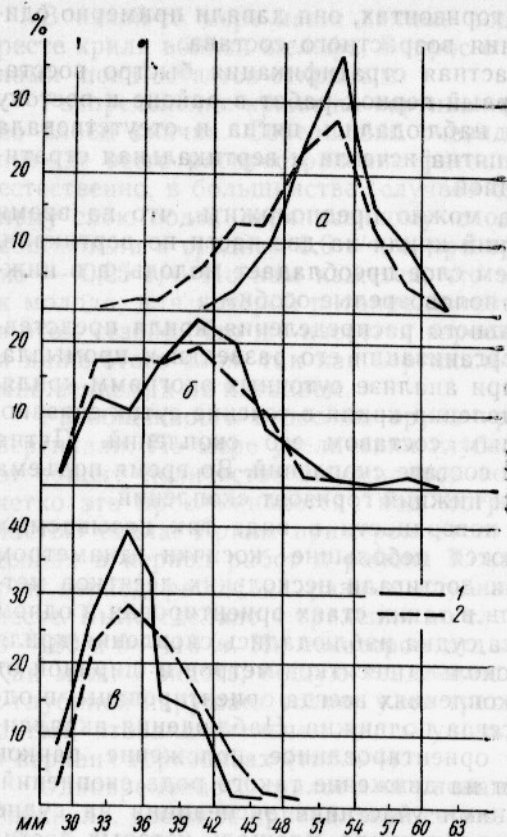


Рис. 16. Графики размерного состава криля из пятен и из уловов тралами приблизительно из одних и тех же мест, в одно и то же время:

а — Оркнейские острова (район IIA), 10 февраля, трал 68, 60°38'8" ю. ш. и 43°28'2" з. д.; б — о. Южная Георгия (район VI), 28 февраля, трал 132, 53°37'0" ю. ш. и 37°10'0" з. д.; в — о. Южная Георгия район V), 7 марта, трал 166, 53°39'8" ю. ш. и 36°55'3" з. д.; 1 — улов сачком из отдельного пятна; 2 — улов тралом

типа таких, как были встречены у о. Южная Георгия (1800×5500 м), состоят из более мелких и поэтому в какой-то степени теряют свою целостность, какую можно было бы предполагать для наблюдавшихся у Оркнейских островов более мелких пятен. До каких пор могут дробиться эти крупные скопления, из какого количества мелких элементарных скоплений они состоят ни вообще, ни в каждом отдельном случае пока сказать не представляется возможным.

Возвращаясь к причинам образования пятен на поверхности, можно предполагать активное перемещение скоплений криля к поверхности, которое они проделывают, нуждаясь, по-видимому, в лучистой энергии, необходимой как стимулятор биохимических процессов, например синтеза каротиноидов.

На основании проведенных исследований Л. Фишер, С. Кон и С. Томпсон (1954, 1955) высказывают предположения о фотохимических реакциях при питании, происходящих при действии света. Результатом этих реакций является синтез витамина А, накапливающегося у *Meganystiphanes* в глазах.

К. В. Шустом за скоплениями криля у поверхности (статья Шуста публикуется в настоящем сборнике), показали, что главным фактором образования пятен криля является освещенность моря.

Предполагая такие же фотохимические реакции в организме антарктического криля и учитывая значительные количества этого рака в водах Антарктики, Фишер ставит вопрос о возможности получения витамина А непосредственно из глаз *E. superba*.

Проведенные наблюдения по динамике пятен в течение сезона (статья Шуста опубликована в настоящем сборнике) показали, что основным фактором, влияющим на появление пятен, является свет.

В заключение мы хотим высказать пожелания относительно плана будущих исследований. Для решения вопроса о расширении сезона добычи криля необходимо организовать изучение его биологии в течение всего антарктического лета, по крайней мере с декабря месяца.

Район работ должен быть расширен за счет северной половины

моря Уэдделла до кромки плавучих льдов, моря Беллинсгаузена примерно до о. Петра I.

Особое внимание должно быть обращено на шельф островов, начиная от Южных Шетландских на западе до Южных Сандвичевых островов на востоке.

Наряду с продолжением изучения характера и структуры скоплений криля необходимо подробно исследовать их поведение в естественной обстановке, дополняя эти исследования аквариальными экспериментами.

Одновременно должны решаться вопросы, связанные с расширением знаний его биологии, выяснения мест размножения, изучением мест его распределения и миграций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспедиция на НПС «Академик Книпович», изучавшая биологию криля с учетом возможностей практического использования его запасов, позволила уточнить некоторые вопросы биологии этого рачка.

Установлено, что криль в своем распределении в море Скотия приурочен к районам островной дуги.

Основная масса криля, встреченного во время исследований, состояла из молоди. Взрослые особи в больших количествах были встречены только к северо-востоку от Южных Оркнейских островов. В других местах взрослого криля было очень мало.

Выявлена разобщенность в распределении молоди и взрослых особей. Это является доказательством приуроченности разных возрастных групп криля к вполне определенным местам даже в пределах моря Скотия. Очевидно, то же можно наблюдать и в других районах антарктических вод.

Погружение взрослого криля в районе Оркнейских островов позволяет предполагать размножение в пределах шельфа. Наблюдений, говорящих в пользу нереста над большими океанскими глубинами, у нас нет.

Все встреченные пятна криля располагались в области, прилегающей к островной дуге моря Скотия, в районах, так называемых, теневых зон островов. Установлена периодичность появления пятен у поверхности, изменения их формы и размеров, что связано с интенсивностью освещения, а также количеством фитопланктона в каждом данном районе, где эти пятна наблюдались (статьи Шуста и Павлова опубликованы в настоящем сборнике).

Промысел криля в силу ледовых условий можно осуществлять только летом и ранней осенью, т. е. примерно с конца ноября — начала декабря до середины или конца марта.

Исследование жизненного цикла криля позволяет считать, что в течение летнего сезона объектом промысла могут быть два поколения: молодь, живущая второе лето, и половозрелый криль, живущий третье лето, размножающийся и погибающий с наступлением осени.

В начале сезона, очевидно, выгоднее промысливать половозрелый криль, имеющий большие размеры, активно питающийся, находящийся дальше ото льда, чем молодь. В период антарктического лета запас взрослого криля уменьшается в итоге посленерестовой гибели. В это время объектом лова должен становиться молодой криль.

Существование криля в скоплениях часто у самой поверхности должно облегчать его обнаружение и облов. В скоплениях у поверхности плотность криля измерялась килограммами на кубический метр. Криль способен избегать препятствия, уклоняясь от движущихся предметов

со скоростью порядка до одного узла (статья Семенова опубликована в настоящем сборнике).

Большую часть времени криль проводит в толще воды. Поэтому, наряду с обловом скоплений у поверхности необходимо использовать возможности лова его в толще воды.

Исследованиями установлен суточный ритм вертикальных перемещений криля. Характер перемещений зависит от физиологического состояния криля и освещенности моря. Криль, не образующий пятна у поверхности, имеет совершенно другой тип вертикальных перемещений, чем криль, образующий пятна. Уточнение закономерностей этих перемещений позволит облегчить поиск и облов криля.

Биологические исследования криля должны быть продолжены. Тем не менее, приведенные на основании литературных данных и наблюдений экспедиции соображения о его использовании могут иметь практический интерес с точки зрения продолжения изучения его биологии и возможного использования промыслом.

ЛИТЕРАТУРА

- Беклемишев В. Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. Т. I, II. М., изд-во «Наука», 1964.
- Беклемишев К. В. Антарктическая дивергенция и поля питания китов. Известия АН СССР. Серия географическая, № 6, 1959.
- Беклемишев К. В. Влияние атмосферных циклонов на поля питания китов в Антарктике. Труды ИОАН. Т. 51, 1961.
- Зеликман Э. А. О подъемах к поверхности моря баренцевоморских эуфаузиевых рачков и некоторых чертах их поведения. Сб. Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурмана. Мурманск, 1961.
- Ломакина Н. Б. Фауна эуфаузиид (Euphausiacea) антарктической и нотальной области. Исследования фауны морей. (Результаты биологических исследований Советской Антарктической экспедиции (1955—1958 гг.). Т. 2 (X), 1964.
- Максимов И. В. Фронт антарктической конвергенции и многолетние изменения северной границы распространения айсбергов в Южном океане. Проблемы Арктики и Антарктики. Вып. 8, 1961.
- Наумов А. Г. Некоторые черты распределения биологии *Euphausia superba*. Информационный бюллетень Советской Антарктической экспедиции, 1962, № 36.
- Bargmann H. E. The reproductive system of *Euphausia superba*. Discovery Reports. Vol. XIV, pp. 325—350, 1937.
- Bargmann H. E. The development and life history of adolescent and adult krill *Euphausia superba*. Discovery Reports. Vol. XXIII, pp. 103—178, 1945.
- Deacon G. E. R. The hydrology of the Southern Ocean. Discovery Reports. Vol. XV, pp. 1—124, 1937.
- Einarsson H. Euphausiacea. I. North Atlantic species. Dana-Report, n. 27, 1945.
- Fraser F. G. On the development and distribution of the young stages of krill (*Euphausia superba*). Discovery Reports. Vol. XIV, pp. 1—192, 1936.
- Foxton P. The distribution of the standing crop of zooplankton in the Southern Ocean. Discovery Reports. Vol. XXVIII, pp. 191—236, 1956.
- Mackintosh N. A. The distribution of the macroplankton in the Atlantic sector of the Antarctic. Discovery Reports. Vol. IX, pp. 65—160, 1934.
- Marr J. W. S. The natural history and geography of the antarctic krill (*Euphausia superba* Dana). Discovery Reports. Vol. XXXII, pp. 33—464, 1962.
- Ruud J. T. On the biology of Southern Euphausiidae. Hvalrad Scr., n. 2, pp. 1—105, 1936.
- Uda M. & Ishino M. Enrichment pattern resulting from eddy system in relation to fishing grounds. J. Tokyo University of Fisheries. Vol. 44, nn. 1—2, 1958.
- Fisher, L. R.; Kon, S. K., and Thompson, S. Y. 1954. Vitamin A and carotenoids in certain invertebrates. II. Studies of seasonal variations in some marine Crustacea. J. Marine Biol. Assoc. United Kingdom.
- Fisher, L. R., Kon, S. K., and Thompson, S. Y. 1955. Vitamin A and carotenoids in certain invertebrates. III. Euphausiacea. J. Marine Biol. Assoc. United Kingdom.

УДК 595.383.1

ПИТАНИЕ КРИЛЯ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЕГО ПОВЕДЕНИЯ

В. Я. Павлов

Характер пищевых связей легче всего установить в условиях небольшого набора пищевых объектов и их потребителей. Поэтому особый интерес представляют высокие широты, где, с одной стороны, наблюдается чрезвычайная бедность видового состава фауны, с другой — развитие некоторых форм приобретает массовый характер.

Эти условия в некоторой степени определили наш подход к изучению питания *Euphausia superba* Danae, одного из самых массовых видов животных антарктических вод. Мы старались понять, каким образом способ питания согласуется с поведением и определяет образ жизни популяции криля в зависимости от наличия пищи, распределения ее в биотопе, присутствия конкурентов и врагов.

Литературных данных по этому вопросу очень мало. Наиболее полно изучен лишь качественный состав пищи криля.

В монографии Марра (Marr, 1962) приведены два списка форм, найденных в желудках криля. Эти данные свидетельствуют о том, что криль питается в основном фитопланктоном. Наиболее подробный анализ состава пищи криля имеется в работе Беркли (Barkley, 1940), изучавшего содержимое желудков криля, взятого из желудков китов, добытых в различных районах Антарктики. По Беркли, качественный состав пищи мелкого (1—4 мм) и крупного (4—6 мм) криля, а также качественный состав пищи рачков, взятых из различных районов, за редким исключением, сходен. Пища их состояла в основном из мелких гладких форм фитопланктона, размер которых не превышал 40 мкм. Важнейшими пищевыми организмами, по Беркли, являлись *Fragilariopsis antarctica* и затем *Coscinodiscus*, *Kleine Coscinodiscen*, *Actinocyclus*, *Distephanus*, *Fragilaria curta*, *Fragilariopsis* sp., *Asteromphalus*, *Biddulphia*, т. е. такие формы, размеры которых не препятствуют попаданию их в ловчую корзинку криля, образованную эндоподитами ее торакальных ног.

Харт (по Марру, 1962) приводит подобный список форм, составляющих пищу криля. Однако он выразил сомнение в том, что основной пищей являются только мелкие формы, обычно обнаруживающиеся в его желудках. Харт предположил, что крупные шипастые формы фитопланктона также используются крилем в пищу, но в желудке обнаруживаются труднее, так как, вероятно, сильно измельчаются жевательным аппара-

том криля. Кроме того, кремневый панцирь крупных форм фитопланктона более тонок. Вследствие этих причин идентифицировать такие формы чрезвычайно трудно.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследование проводили в трех районах: в море Уэдделла к югу от Южных Оркнейских островов с 28 января по 3 февраля; в южной и юго-восточной части моря Скотия с 5 по 22 февраля и севернее о. Южная Георгия с 28 февраля по 11 марта. Объем собранного и обработанного материала показан в таблице. Всего проанализировано 74 пробы криля, взятых из уловов разноглубинного трала и из нескольких уловов, взятых малой конусной сетью в поверхностных слоях (диаметром сети 50 см).

Таблица

Район	Количество проб	Просмотрено рачков	Вскрыто желудков
I	12	600	50
II	40	2000	200
III	22	1100	200
Всего...	74	3700	450

Из каждой пробы отбирали 50 живых неповрежденных рачков, которых просматривали под биноклем. Регистрировали степень наполнения ловчих корзин, желудка и кишечника. Степень наполнения ловчих корзин определяли главным образом по их окраске. Отдельных особей откладывали для подробного просмотра содержимого корзин, желудка и кишечника под микроскопом для выяснения качественного состава пищи криля. Препаровка желудка и кишечника криля не представляет особого труда. Под биноклем вскрывали карапакс и пинцетом или ножницами вычленили желудок обычно вместе с кишечником, после чего его переносили на предметное стекло в каплю воды, затем вскрывали содержимое кишечника и просматривали под микроскопом. Для просмотра содержимого корзинки рачка прикалывали к картону спиной вниз, торакоподы раздвигали иголками и корзинку промывали водой с помощью пипетки.

При изучении содержимого желудков особое внимание было уделено выяснению значения зоопланктона как объекта питания. Из-за большой трудоемкости работы и недостатка времени в полевых условиях содержимое желудков обычно просматривали у 5—6 рачков на каждой станции.

Для выяснения суточного ритма питания криля послужили в основном материалы по изменению степени наполнения кишечника. С этой целью кишечник условно разбивали на 8 отрезков, соответствовавших шести сегментам абдомена и свободной от печени части карапакса, которая по длине равнялась приблизительно двум сегментам абдомена, т. е. общая длина кишечника была принята условно равной 8 сегментам длины тела — 6 сегментов абдомена плюс 2 условных сегмента головогруды (рис. 1). У каждого рачка подсчитывали количество сегментов, на протяжении которых кишечник был свободен от фекальной массы, после чего вычисляли среднее количество свободных отрезков кишечника для всей пробы. Такая же методика применялась при исследовании суточного ритма в питании рачков, находящихся в опыте. Для эксперимента

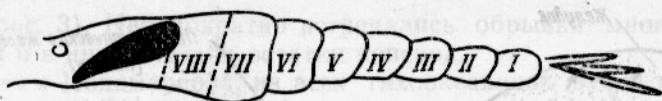


Рис. 1. Оценка интенсивности питания крыля по заполнению кишечника

отбирали 10 рачков, которых помещали в литровые банки. Через каждые 2 часа рачков просматривали под биноклем в чашке Петри. После просмотра меняли воду и давали корм. Наблюдение проводили в течение двух суток.

ИЗМЕНЕНИЯ, НАБЛЮДАЕМЫЕ В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ КРИЛЯ В ПРОЦЕССЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ И УСВОЕНИЯ ПИЩИ

Известно, что *E. superba* является фильтратором. Фильтрующим аппаратом служит корзинка, образованная густо оперенными торакоподами. Вода под действием плеопод гонится по направлению к голове, попадая в корзинку через щель. Из корзинки пища быстрой вибрацией торакопод подается к ротовому отверстию, измельчается мандибулами и заглатывается (Bagkley, 1940).

По нашим наблюдениям уже в корзинке происходит частичное измельчение крупных водорослей, таких, как *Rhizosolenia* и *Chaetoceros*. Степень измельчения клеток зависит от количества их, попадающих в корзинку. В районах цветения в корзинках трудно обнаружить крупные клетки целыми. В районах же с малым количеством фитопланктона мы находили целыми большинство клеток; при этом количество целых, малоповрежденных клеток увеличивалось и в желудках. В желудках были обнаружены неповрежденными даже такие крупные водоросли, как *Corethron*.

При обламывании клеток часть хлоропластов теряется, застревает и накапливается на щетинках торакопод, отчего корзинки активно питающихся особей приобретают зеленый цвет. Особенно много хлоропластов скапливается вблизи рта. Иногда их бывает так много, что стекающая с корзинок вода имеет зеленый цвет. Просмотр содержимого корзинок показал, что зеленая окраска содержимого зависит главным образом от большой концентрации хлоропластов. При этом количество целых клеток обычно невелико.

Проглоченная пища попадает через пищевод в первый отдел желудка, где происходит дальнейшее ее размельчение и сортировка. При сокращении желудка от пищевого комка отделяется жидкая часть пищи и попадает через систему фильтров во второй отдел желудка и затем в печень (рис. 2). Так как жидкая часть пищи содержит большое количество хлоропластов, печень приобретает зеленую окраску, интенсивность которой связана с количеством пищи и процессом ее усвоения. По изменению окраски печени оказалось возможным судить, питается ли рачок и какая пища преобладает. При отсутствии в районе лова фитопланктона печень рачков была светло-желтого цвета или прозрачная. В пробе, взятой в районе о. Южная Георгия, было замечено несколько рачков с печенью необычного цвета — темного с фиолетовым оттенком. Оказалось, что желудки этих рачков были буквально набиты остатками линных шкур. Печень остальных рачков из этой пробы была бесцветная, а желудки — пустые.

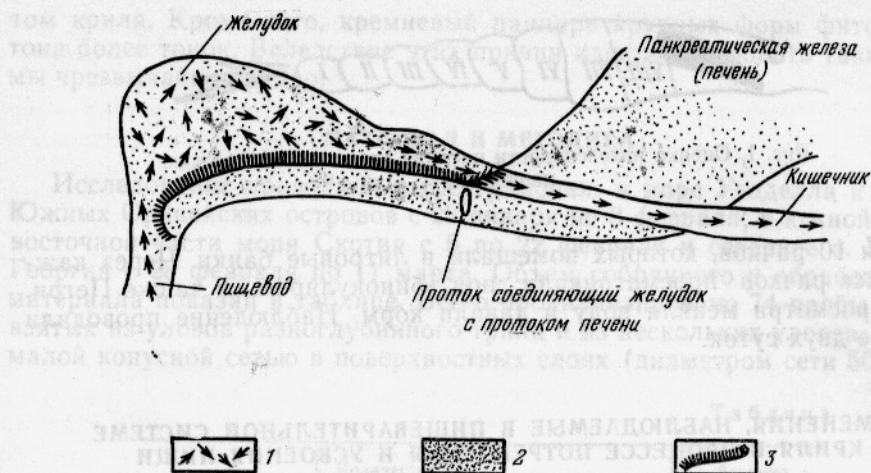


Рис. 2. Схема пищеварительного аппарата *Euphausia superba*:

1 — неусваиваемая часть пищи; 2 — усваиваемая часть пищи; 3 — система фильтров. I, II — первый, второй отделы желудка

Наблюдая за изменением окраски желудка и печени в течение суток, можно заметить две фазы, соответствующие процессам поглощения и усвоения пищи. Безусловно, оба процесса протекают одновременно, но поглощение происходит гораздо быстрее, что и определяет особенности суточного ритма питания. В тех случаях, когда корма достаточно, желудок никогда не бывает пустым, только изменение цвета желудка указывает на ритм процессов питания. Начало изменения окраски содержимого желудка от темно-бурой к светло-зеленой показывает начало поглощения пищи. Ярко-зеленый цвет соответствует наиболее интенсивному питанию.

При малом количестве фитопланктона поступление новой пищи происходит медленнее, чем удаление остатков старой, и начало поглощения пищи может быть констатировано по освобождению желудка от попавшей туда ранее, неусвоенной части пищи. Количество вновь поступившей в желудок пищи при этом бывает очень мало, а ее концентрация очень низкой; содержимое желудка в этом случае светло окрашено, его трудно заметить и создается впечатление, что желудок становится пустым.

Подобным образом о ритме питания рачков можно судить по степени заполнения кишечника темными остатками старой и светлыми остатками новой, свежей пищи, что будет подробно описано ниже.

Обломки створок диатомей, минеральные частицы и другой несъедобный материал поступают из первого отдела желудка в кишечник, где происходит формирование фекального комка.

Качественный состав пищи изучен нами в настоящее время неполно.

Некоторые наблюдения позволяют сделать вывод об отсутствии избирательности в питании криля. Просмотр содержимого желудков криля, взятого из районов цветения, показал, что все желудки были наполнены исключительно фитопланктоном. При этом основную часть содержимого желудков составляли те виды водорослей, которые были массовыми в планктоне на этих станциях. В районе о. Южная Георгия, где цветение отсутствовало, на одной из станций после сильного шторма желудки и кишечника у всех рачков, просмотренных нами (более 100 шт.), были наполнены минеральными частицами. В период массовой линьки криля в желудках многих рачков были найдены остатки шкурки рачков этого

же вида (рис. 3). Неоднократно встречались обрывки многоклеточных водорослей и в двух случаях остатки копепода.

По данным Пономаревой, из всех тихоокеанских эуфаузиид только *Thysanoessa raschii* и *Th. inermis* питаются почти исключительно фитопланктоном. Для остальных видов питание фитопланктоном явление временное. При отсутствии достаточного количества фитопланктона эуфаузииды переходят на питание зоопланктоном. То же самое извест-



Рис. 3. Содержимое желудка *E. superba* в период линьки (микрофотографии).

но и для эуфаузиид Индийского океана (Пономарева, Наумов, Зернова, 1962). По существу большинство эуфаузиид можно считать эврифагами. В равной степени это относится и к *E. superba*.

Между тем, как уже говорилось выше, в районах цветения желудки криля были наполнены исключительно фитопланктоном. Не было ни одного случая попадания представителей зоопланктона. Печень таких рачков была ярко-зеленого цвета.

При отсутствии достаточного количества фитопланктона желудки криля оказывались пустыми, за исключением нескольких случаев, перечисленных выше.

Так, на станции 142 фитопланктон в сетных пробах отсутствовал. Желудки рачков, пойманных на этой станции, были пустые, печень бесцветной.

Очень интересный материал был получен в результате глубинных тралений. Желудки рачков, пойманных на глубине 300 м, были большей частью пусты и печень была бесцветной. Лишь у некоторых рачков можно было обнаружить остатки водорослей. Печень их имела бледно-зеленый цвет. То же мы наблюдали и у рачков, пойманных на глубине 180 м. Основная масса планктона в этом районе находилась на глубине 50 м и была представлена главным образом фитопланктоном, количество зоопланктона было невелико. В слое воды глубже 50 м биомасса планктона выражалась сотыми и тысячными долями $мл/м^3$ и была представлена в основном зоопланктоном. Понятно, что такое малое количество планктона не может обеспечить потребность криля в пище.

Все сказанное выше позволяет прийти к выводу, что, поскольку зоопланктон имеет ничтожное значение в питании криля, его существование в большей степени зависит от развития фитопланктона, чем других видов эуфаузиид.

Следствием такой тесной связи криля с фитопланктоном и являются, по-видимому, особенности суточного ритма его питания, которые следует

подробно рассмотреть.

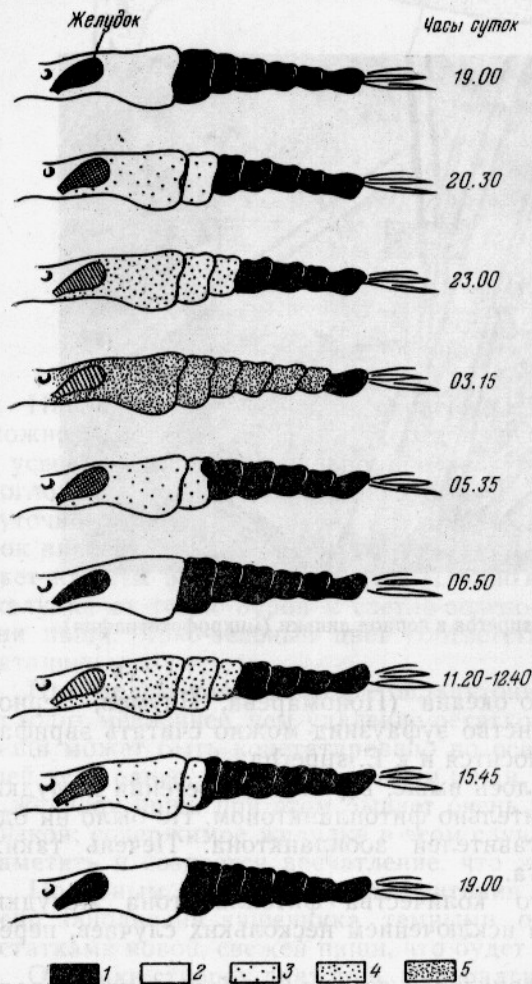


Рис. 4. Суточные изменения в пищеварительном аппарате *E. superba*. Интенсивность штриховки желудка соответствует изменению окраски желудка от темно-бурой (в 19 часов) до ярко-зеленой (в 3 часа):

1 — кишечник заполнен фекальной массой темно-бурого цвета; 2 — кишечник бесцветный; 3, 4, 5 — окраска кишечника изменяется от зеленоватой (3) до густо-зеленой (5)

щеварительную систему начала поступать свежая пища. Очевидно, с этого момента криль начал питаться, но рачки с такой окраской были еще единичны.

Интересно, что в это время скопления криля, регистрируемые эхолотом, начали подниматься к поверхности и рассеиваться.

Первое наблюдение за суточным ритмом питания проведено в море Уэдделла к югу от Южных Оркнейских островов (I район) (рис. 4 и 5). В этом районе наблюдалась средняя величина биомассы фитопланктона, около 1 мл/м^3 в слое 25—0 м. Лишь на некоторых станциях биомасса достигала значительных величин. Все рассмотренные рачки активно питались. Не было найдено ни одного рачка с пустым желудком. Однако окраска желудков и характер наполнения кишечника изменялись в течение суток. Наиболее темный цвет имели желудки рачков, пойманных в 19 и 6 часов. В это же время наблюдалась самая высокая степень наполнения кишечника. Фекальный комок заполнял кишечник на длину 6—7 сегментов и имел темно-зеленую или чаще темно-бурую окраску (см. рис. 4). Свободная от фекальной массы часть кишечника была бесцветна.

В 20 часов у большинства рачков длина кишечника, заполненного старой фекальной массой, уменьшалась на один сегмент. В это время начинали попадаться рачки, у которых свободная от старой фекальной массы часть кишечника имела зеленоватую окраску, так как в пи-

В 23 часа желудка у большинства рачков заметно позеленели; кишечника же оказались заполненными фекальной массой лишь наполовину своей длины. Увеличилось количество рачков, у которых свободная от старых фекалий часть кишечника имела зеленый цвет, что свидетельствовало об увеличившейся доле остатков свежей пищи в кишечниках. В это время, судя по записям на эхолотной ленте, скопления криля либо отсутствовали, либо были сильно разрежены. Криль активно питался.

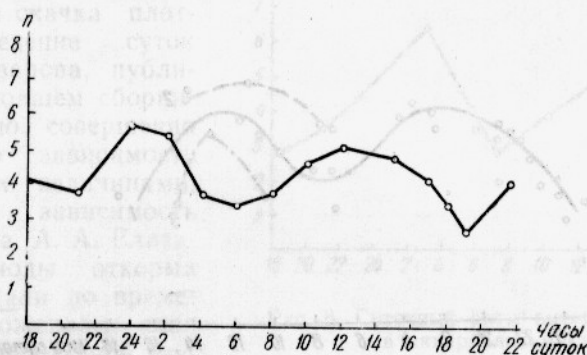


Рис. 5. Суточный ритм питания *E. superba* к югу от Южных Оркнейских островов (район I):
(количество сегментов, на протяжении которых кишечник свободен от фекальной массы)

К 3 часам утра содержимое желудков было полностью заменено новой пищей. Желудки имели ярко-зеленый цвет. Кишечники полностью освободились от старой фекальной массы и также имели зеленую окраску. Очевидно, к 3 часам утра интенсивность питания достигла максимума и начала снижаться. Приблизительно в это время или несколько раньше на эхолотной ленте было замечено появление небольших скоплений, которые начали перемещаться в более глубокие слои воды. Криль заканчивал питаться.

В 6—7 часов утра желудка рачков приобрели темно-зеленую окраску, кишечника почти целиком заполнились темной фекальной массой. В последующие часы весь цикл повторился, причем максимальное количество свежей пищи наблюдалось в 12—13 часов дня (см. рис. 4 и 5). Изменение окраски печени в течение суток было незначительным.

В районе к северо-востоку от Южных Оркнейских островов исследования проводились с 5 по 22 февраля (II район). Район этот оказался неоднородным по распределению фитопланктона, и уловы криля колебались от нескольких килограммов до 2,5 т за траление.

При построении кривой ритма питания были использованы наблюдения, проведенные в течение всего периода работ в этом районе. Вследствие растянутости времени работ и протяженности района наблюдений кривая оказалась менее четкой (рис. 6).

В этом районе мы наблюдали видимые с борта судна скопления криля. Интересно, что скопления эти были отмечены в те часы, когда в кишечниках криля было минимальное количество свежей пищи.

Особенно интересны наблюдения, проведенные в районе о. Южная Георгия (III район). Здесь было отмечено крайне малое количество фитопланктона. Вместе с тем именно здесь наблюдались особенно большие скопления и были максимальные уловы криля.

Кривая ритма питания для этого района сильно отличается от полученных ранее. Корма было недостаточно и суточный ритм удалось проследить также по наполнению желудков¹. На рис. 7 показано изменение наполнения желудков и кишечника и изменение количества рачков с пустыми желудками в течение суток. Все три кривые согласуются

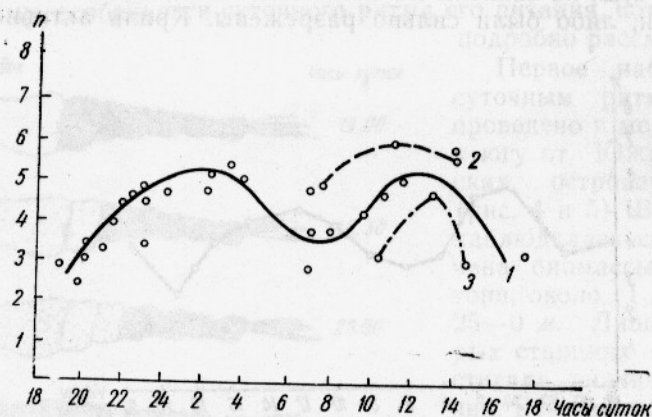


Рис. 6. Суточный ритм питания *E. superba* к северо-востоку от Южных Оркнейских островов (район II): (количество сегментов, на протяжении которых кишечник свободен от фекальной массы): 1 — осредненные данные за 3—19 февраля; 2 — по наблюдениям за 11 февраля; 3 — по наблюдениям за 14 февраля

и дополняют друг друга. По мере наполнения желудков уменьшается свободная от старой фекальной массы часть кишечника.

Для проверки правильности выбранной методики и уточнения представлений о суточном ритме питания криля были проведены наблюдения за крилем в аквариумах. По данным, полученным в результате

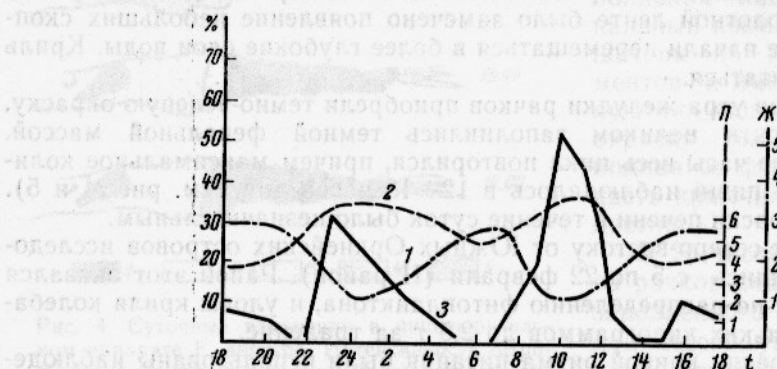


Рис. 7. Суточный ритм питания *E. superba* в районе о. Южная Георгия (район III):

1 — наполнение желудков в баллах; 2 — количество сегментов, на протяжении которых кишечник свободен от фекальной массы; 3 — количество пустых желудков (в %) от общего количества просмотренных экземпляров

¹ Наполнение желудка каждого отдельного рачка выражали в баллах по следующей схеме: 0 — желудок пустой, 1 — заполнен меньше чем на 50%, 2 — заполнен на 50%, 3 — заполнен больше чем на 50%, 4 — желудок полный. Для каждой пробы вычисляли также среднее наполнение желудков в баллах.

опыта, построена кривая ритма питания (рис. 8). Полученные данные так же, как и рассмотренные ранее кривые (см. рис. 5, 6, 7), показывают наличие двух максимумов в питании рачков в ночные и дневные часы. Однако дневной максимум оказался более растянут во времени, чем ночной, по-видимому, под влиянием изменений условий питания.

Сравнение кривых суточного ритма питания криля с изменением глубины расположения слоя скачка плотности в течение суток (статья Елизарова, публикуется в настоящем сборнике) показало совершенно определенную зависимость между этими величинами. Впервые эта зависимость была отмечена А. А. Елизаровым. Периоды откорма криля совпадали по времени с расположением слоя скачка на минимальной глубине. Развитие фитопланктона происходит, в основном, в верхнем слое воды над слоем скачка плотности (Семина, 1955). Вертикальное распределение фитопланктона в районе наших исследований соответствует этой схеме (статья Канаевой, публикуется в настоящем сборнике). При подъеме к поверхности вод большей плотности происходит концентрация фитопланктона и создаются наиболее благоприятные условия для откорма. В эти часы и происходит откорм криля.

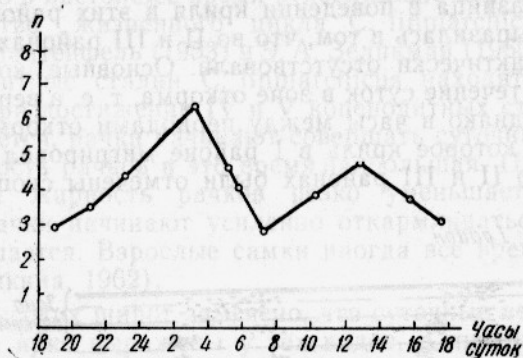


Рис. 8. Суточный ритм питания *E. superba* в аквариальном опыте

Рассмотренные материалы показывают, что, несмотря на то что суточный ритм питания криля в течение всего периода исследований оставался один и тот же, т. е. откорм криля происходил два раза в сутки, примерно в одни и те же часы, для каждого отдельного района эти кривые имеют свои особенности.

Вершины кривой для I района оказались очень четкими, и высота ночного пика почти в два раза превысила высоту дневного. Изменения, происходившие в пищеварительной системе криля, показали, что основной откорм в этом районе происходил в ночные часы. Активно питающегося рачка, как уже говорилось выше, легко узнать по ярко-зеленой окраске желудка и кишечника, а также ловчей корзинки, в которой накапливается большое количество хлоропластов. Обычно половина длины кишечника рачка заполнена свежей пищей (при этом старая фекальная масса просматривается в кишечнике на протяжении четырех сегментов). В период ночного максимума такие активно питавшиеся рачки составляли 90 и даже 100% всех просмотренных экземпляров. В это время криль держался в верхнем слое воды примерно до глубины 25 м. Этот слой мы условно называем зоной откорма криля.

В ранние утренние часы (около 2—3 часов) питание криля прекращалось, и он опускался в более глубокий слой до 50—60 м. Во время второго, дневного, пика активно питавшиеся рачки составляли лишь около 50% всех просмотренных экземпляров. Эхолотные записи показывают, что только часть скоплений криля в это время поднималась в поверхностный слой для откорма, значительно большее количество скоплений оставалось на глубине и только в 19—20 часов, когда начинался ночной период откорма, они поднимались к поверхности.

Во время второго, дневного, пика активно питавшиеся рачки составляли лишь около 50% всех просмотренных экземпляров. Эхолотные записи показывают, что только часть скоплений криля в это время поднималась в поверхностный слой для откорма, значительно большее количество скоплений оставалось на глубине и только в 19—20 часов, когда начинался ночной период откорма, они поднимались к поверхности.

Высоты ночного и дневного пиков кривых для II и III районов мало отличаются друг от друга. Количество активно питавшихся рачков ночью и днем было примерно одинаковым и составляло 90—100% от общего количества просмотренных экземпляров. Следовательно, откорм криля происходил одинаково интенсивно в ночные и дневные часы. Разница в поведении криля в этих районах по сравнению с I районом выразилась в том, что во II и III районах вертикальные миграции криля фактически отсутствовали. Основные концентрации криля держались в течение суток в зоне откорма, т. е. в верхнем слое воды толщиной 25 м. Однако в часы между периодами откорма, соответствующими времени, в которое криль в I районе мигрировал в более глубокие слои воды, во II и III районах были отмечены скопления криля. Их можно было

наблюдать с борта судна у поверхности моря и в более глубоких слоях — по эхолотным записям. Наевшись, криль собирался в скопления, в которых и проводил время до начала следующей кормежки (рис. 9).

Так как количество фитопланктона в первом и втором районах выражается одними и теми же единицами, то, очевидно, причиной такого различия в поведении криля явилось разное физиологическое состояние рачков. В первом районе популяция состояла в основном из молодых неполовозрелых рачков. Во втором районе мы имели дело с рачками более старшего возраста. Естественно, что потребное количество пищи для тех и других различно.

Возрастные изменения энергетического обмена хорошо иллюстрируются изменением жирности молодых и взрослых организмов. Жирность молодежи криля из первого района оказалась значительно выше, чем у рачков старшего возраста из второго района¹. Таким образом, несмотря на увеличение интенсивности откорма, жирность рачков во втором районе оказалась ни-

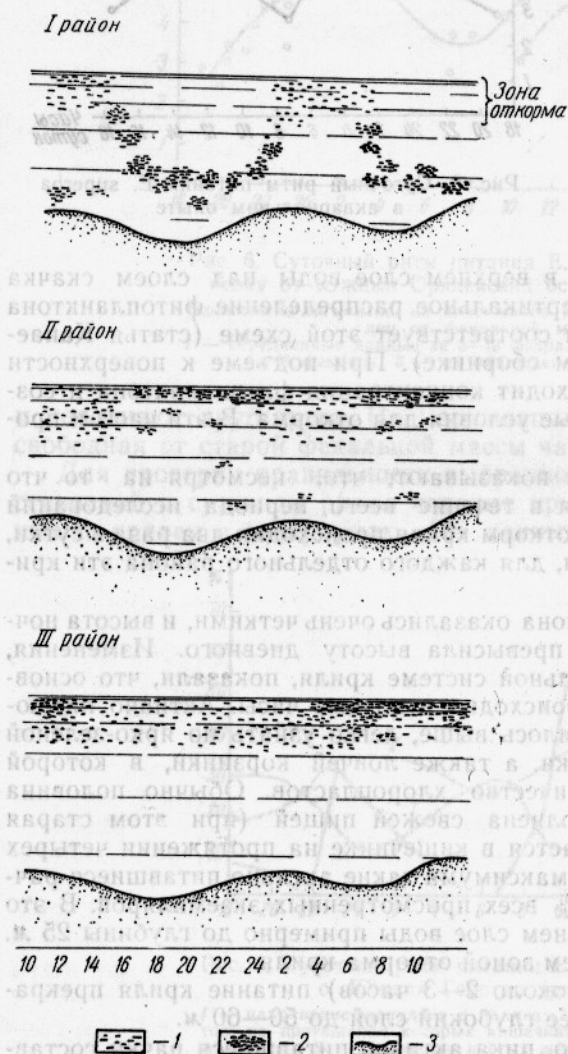


Рис. 9. Суточный ритм питания и образования скоплений *E. superba* по районам (I, II, III):

1 — рассеянный, питающийся криль; 2 — скопления криля; 3 — кривая суточного ритма питания

¹ Определение жирности криля было проведено М. И. Крюковой (статья публикуется в настоящем сборнике).

же, что можно объяснить тем, что органическое вещество рачков старшего возраста расходуется не только на рост и движение, но и на формирование половых продуктов.

Интересно провести сравнение жизненного цикла криля и *Calanus finmarchicus*, биология которого в настоящее время относительно хорошо изучена. На большое сходство жизненного цикла *C. finmarchicus* и эуфаузиид указывают Б. П. Мантейфель (1953) и Э. А. Зеликман (1960). Ювенальные и первые копеподитные стадии *C. finmarchicus* находятся в зоне откорма непрерывно. При достижении IV и V копеподитных стадий, когда темп роста замедляется, рачки начинают совершать суточные вертикальные миграции, жирность рачков в это время наибольшая. При достижении половой зрелости жирность рачков резко уменьшается в связи с развитием гонад. Рачки начинают усиленно откармливаться, и амплитуда миграций уменьшается. Взрослые самки иногда все время находятся у поверхности (Сушкина, 1962).

Для эуфаузиид северных высоких широт замечено, что суточные вертикальные миграции наиболее ярко выражены у тех видов, в питании которых фитопланктон имеет меньшее значение. Это отмечает Зеликман (1960) в отношении эуфаузиид Баренцева моря и Пономарева (1963) для тихоокеанских эуфаузиид. По мнению Пономаревой, у *Thysanoessa gaschii* и *Th. inermis*, в пище которых преобладает фитопланктон, суточные вертикальные миграции выражены менее четко, чем у остальных видов. Вместе с тем в северных широтах образование поверхностных скоплений у тех видов эуфаузиид, в пище которых зоопланктон имеет существенное значение, явление более редкое. Обычно, насытившись у поверхности, они с рассветом уходят в более глубокие слои воды.

Нерест криля происходит на значительной глубине, одновременно с развитием личинок начинается их подъем к поверхности, т. е. «развитие с подъемом» (Магг, 1962). Биологический смысл этого явления станет понятен, если принять во внимание, что основные концентрации взрослого криля в период развития икринок и личиночных стадий сосредоточены главным образом в поверхностном слое. Таким образом, икринки и личиночные стадии оказываются разобщенными в пространстве со взрослыми особями и тем самым предохраняются от выедания взрослым крилем, что непременно имело бы место при прохождении развития в поверхностном слое. По-видимому, глубоководный нерест криля следует рассматривать как приспособление к сохранению численности популяции в условиях необходимости наиболее полного использования кормовой базы в поверхностном слое воды. У других эуфаузиид разобщение ювенальных стадий и взрослых рачков обеспечивается механизмом вертикальных миграций, при которых отнерестившиеся особи уходят на глубину.

Отмеченное Фокстоном (Foxton, 1956) снижение биомассы копепод на границе ареала *E. superba* также, по-видимому, объясняется выеданием копепод крилем и в первую очередь выеданием молоди и яиц копепод, что особенно сильно сказывается на численности последних. Как известно, нерест копепод происходит в поверхностном слое, здесь же происходит выклев и развитие науплиальных и первых копеподитных стадий копепод.

К сожалению, мы не имеем собственных данных о выедании яиц и молоди копепод крилем. Наши наблюдения проводились во второй половине лета и в начале осени. В это время в планктоне преобладают рачки старших копеподитных стадий.

Взрослые копеподы в содержимом желудков криля отмечены нами дважды. В одном случае был найден абдомен калянуса третьей стадии развития, во втором — мандибула, также, вероятно, принадлежащая калянусу, но более старшего возраста. Редкость таких находок объясняется количественным преобладанием криля над копеподами.

Беркли (1940), занимавшийся изучением строения пищеварительного аппарата и состава пищи криля, указал в списке форм, найденных в желудках криля, яйца и молодь копепод.

К ВОПРОСУ О ПРИЧИНАХ ОБРАЗОВАНИЯ И ЗНАЧЕНИИ СКОПЛЕНИЙ, ОБРАЗУЕМЫХ КРИЛЕМ

Как уже говорилось выше, видимые у поверхности скопления криля были обнаружены в утренние и вечерние часы суток, т. е. в промежутках между периодами интенсивного откорма криля.

Говоря о скоплении, необходимо уточнить это определение. Обычно под скоплением подразумевают большие концентрации криля, обнаруживаемые при помощи различных орудий лова и эхолота на глубине или видимые поверхностные пятна. В этом определении отсутствует представление о структуре скоплений, определяющей качественную сторону этого явления. Наблюдения, проведенные в настоящей экспедиции за поведением криля, показали, что популяции криля свойственны два состояния: первое, когда скопление имеет характер стай больших или меньших размеров, где все особи связаны согласованностью поведения, и второе, когда криль, питаясь, рассредотачивается. В таком случае согласованность в поведении криля отсутствует. Очевидно, при достаточном количестве корма большого рассредотачивания может и не происходить, произойдет лишь нарушение структуры. Говоря о скоплении, мы имеем в виду первое состояние, в котором проявляется стайное поведение.

Современная экология достаточно убедительно объясняет причины образования скоплений, способность образования которых во многих случаях может рассматриваться как адаптация, позволяющая виду успешно осваивать среду. Адаптация такого рода может затрагивать самые различные стороны жизнедеятельности организма: воспроизводство, питание, защиту от врагов и т. д. Нельзя ли с этих позиций подойти хотя бы предварительно к объяснению причин возникновения скоплений криля? Материала в нашем распоряжении немного, однако он все же позволяет высказать некоторые предположения.

Сравнивая характер и распределение пятен криля с распределением фитопланктона, можно заметить, что в районах с большой биомассой фитопланктона пятна имеют небольшие размеры и размещение их носит характер, напоминающий распределение стад номадных животных на кормовом поле. Районы цветения являются своего рода кормовыми полями криля. Здесь наиболее четко прослеживается ритм питания и тесно связанный с ним ритм образования скоплений. Ни деятельность ветра, ни гидрологические факторы не могут вызвать образования скоплений такого рода. Очевидно, скопление есть адаптация к биотическим факторам среды, проявляющаяся через инстинкт стайности.

В питании криля имеются две фазы: накопления и усвоения пищи. Первая фаза соответствует рассредоточенному состоянию популяции, вторая — стайному. Возможности питания криля в стае ограничены, и, для того чтобы наестся, он должен рассредотачиваться. Естественно, в местах откорма, каковыми для него служат поля фитопланктона, образование больших скоплений невыгодно для популяции. В объеме

воды, занятом скоплением, при большом количестве находящихся в нем особей, даже при малой интенсивности их питания, выедание пищевых объектов будет практически полным. Массе рачков, которые находились в центре скопления, когда интенсивность питания увеличится и скопление начнет распадаться, придется преодолеть обесцененное в пищевом отношении пространство прежде, чем рачок доберется до его границы, где пища еще не выедана. Это скажется прежде всего на эффективности использования кормового поля и на том, что рачки в популяции будут питаться неравномерно. Небольшие же, равномерно распределенные по площади скопления позволят популяции более эффективно использовать кормовую базу. Такое распределение должно способствовать процветанию вида, особенно в высоких широтах, где период вегетации очень короток и пищевые объекты должны использоваться с максимальным эффектом.

При отсутствии фитопланктона образования скоплений может и не произойти. Так, 18 февраля в районе станции 142, где фитопланктон в сетных пробах отсутствовал, видимых скоплений криля не обнаружено. Однако рассредоточенный криль регистрировался эхолотом в течение суток на глубине 10—20 м. Вертикальные перемещения его отмечены не были. Такая же картина наблюдалась и 19 февраля. Очевидно, в связи с отсутствием достаточного количества корма криль не успевал наедаться и образования скоплений не происходило. Только 20 февраля, когда корабль снова попал в зону интенсивного развития фитопланктона, появились заметные скопления криля.

Чем больше фитопланктона, тем быстрее рачки наедаются и тем раньше происходит образование скоплений. Это было замечено еще в районе Южных Оркнейских островов. 11 февраля в сетку диаметром 50 см, облавливающую поверхность на полном ходу судна (причем сеть двигалась скачками, погружаясь в воду на 15—20 см), за 5 минут лова было поймано не менее сотни рачков. Лов происходил в 2 часа ночи, и скопления визуально отмечены не были. Желудки и кишечника рачков были наполнены пищей. Корзинки и печень имели ярко-зеленый цвет. Лов, повторенный через 25 минут, дал такой же результат, после чего криль в сетку не попадался. Совершенно очевидно, что сеть выловила рачков из скопления, образовавшегося гораздо раньше, чем обычно. Обыкновенно образование скоплений происходит в промежутке между 4 и 6 часами утра. По-видимому, образование скоплений на два часа раньше, чем обычно, связано с большим количеством фитопланктона на этой станции.

В тех случаях, когда скопления наблюдались во второй половине дня, образование их в районах цветения происходило на час-два раньше, чем в районах, где цветения не наблюдалось.

Наиболее четко зависимость времени образования скоплений от количества фитопланктона прослеживается в районе о. Южная Георгия, где фитопланктона было очень мало.

По данным К. В. Шуста, видимые скопления появлялись здесь в 6—7, а иногда и в 8 часов утра и быстро рассеивались. Скопления же во второй половине дня были отмечены только дважды. Таким образом, количество фитопланктона является важнейшим фактором, определяющим возможность образования скоплений, размер скоплений и время их образования и рассеивания.

С другой стороны, в районе о. Южная Георгия были случаи обнаружения громадных скоплений криля, далеко превосходящих по размерам скопления, встреченные у Южных Оркнейских островов, в то время как количество фитопланктона было крайне мало. При этом необходи-

мо заметить, что существование этих скоплений было более кратковременным, чем в других районах, и наблюдались они главным образом только в первой половине дня. Характер этих скоплений, их структура были иными.

В районе Южных Оркнейских островов мы наблюдали отдельные стаи больших или меньших размеров с четко очерченными границами и не связанные друг с другом. Движения рачков внутри стаи происходили согласованно. Все эти стаи составляли одно общее скопление криля в данном районе.

У о. Южная Георгия скопления не имели четких границ и в пределах скоплений наблюдалась различная концентрация рачков. По наблюдениям аквалангистов, согласованность в движениях рачков наблюдалась лишь в местах, где концентрация их была наибольшая. Очевидно, в этом районе произошло объединение отдельных стай в скопление громадных размеров, в котором первоначальные стаи утратили свою роль и значение.

Функции различных скоплений, описанных выше, по-видимому, также различны. Причина этого лежит в различном физиологическом состоянии рачков. Скопления первого типа, напоминающие стаи (как в районе Южных Оркнейских островов), необходимы крилю для успешного откорма в период развития фитопланктона, для повышения энергетического уровня популяции.

В условиях практически полного отсутствия корма в осенне-зимний период большое значение приобретает сохранение этого энергетического уровня. Известно, что одной из функций зимовальных скоплений, образуемых многими животными, является снижение интенсивности обмена веществ отдельных организмов в скоплении. Вполне возможно, что у о. Южная Георгия, где работы проводились осенью, произошла перестройка структуры популяции криля и мы наблюдали скопления второго типа, так сказать предзимовальные скопления криля.

В литературе (Магг, 1962) имеются сведения о том, что в более ранний период в районе о. Южная Георгия были обнаружены скопления криля того же типа, что и обнаруженные нами в районе Южных Оркнейских островов.

Несомненно также и защитное значение скоплений, мы имеем в виду такие скопления, которые по размерам и поведению могут быть определены как стаи. При наблюдении с борта судна можно заметить, что в момент опасности отдельные рачки проявляют очень тонкую согласованность в движениях (рис. 10). В аквариуме, где криль плавает не ориентируясь на поведение соседей, его можно легко выловить чашкой Петри или рукой; на это он реагирует небольшим скачком, чаще же спокойно отплывает. Совершенно очевидно, что таким образом проявляется реакция криля не на опасность, а на помеху. По наблюдениям аквалангистов, криль в стае при приближении к нему человека сначала сбивается в плотную массу, после чего рассеивается. К такому способу дезориентации хищника прибегают некоторые птицы и рыбы. Сначала происходит четкое оконтуривание стаи в результате ее концентрации, после чего — исчезновение в результате рассеивания. Возможно, именно такой реакцией криля объясняется часто наблюдаемое выскакивание особей. Замечено, что чем плотнее скопление криля, тем лучше реакция его на опасность. В этом отношении интересны наблюдения Шуста в районе о. Южная Георгия. Откармливавшиеся на пятне птицы держались в той части скопления, где криль был наиболее разрежен.

Изучение вертикальных миграций криля Марром и другими исследователями проводилось при помощи лова сетями с входным отверсти-

ем 100 см. Наибольшая концентрация криля в поверхностном слое была отмечена в ночное время. «Кажущееся уменьшение» биомассы криля днем Марр объясняет тенденцией криля к образованию стай и активным уходом его от орудий лова.

По-видимому, наиболее доступен криль для сетей такого диаметра именно в момент питания, когда он находится в рассредоточенном состоянии. Образование стай снижает эффективность лова криля сетями небольшого диаметра, так как, во-первых, всегда имеется возможность прохождения сети мимо скопления и, во-вторых, как уже говорилось выше, сеть, подходя к скоплению, может не обловить его вследствие активного ухода скопления от сети.

С другой стороны, криль, даже находясь в скоплении, не в состоянии избежать такого крупного орудия лова, как трал. И именно в часы, когда криль находился в скоплениях, т. е. в светлое время суток, утром и вечером, в нашей экспедиции были получены наибольшие уловы криля разноглубинным тралом.

На основании сказанного можно прийти к выводу, что образование стай, скоплений в жизненном цикле криля имеет защитно-приспособительное значение.

ВЫВОДЫ

1. Изучение питания криля *Euphausia superba* убеждает, что основным объектом его пищи является фитопланктон. Анализ содержимого желудков свидетельствует об отсутствии избирательной способности.
2. В питании криля наблюдается четко выраженный суточный ритм с двумя максимумами интенсивности — дневным и ночным.
3. Суточный ритм питания определяет время образования скоплений.
4. Время образования и размер скоплений связаны с количеством фитопланктона. Наблюдая за интенсивностью поглощения фитопланктона и его переваривания, можно предвидеть время образования скоплений.
5. Закономерность образования скоплений в определенные часы суток, когда криль имеет минимум интенсивности питания, указывает на биотический характер образования скоплений.
6. Стайное поведение и образование скоплений *E. superba* имеет защитно-приспособительное значение и вытекает из образа жизни криля в поверхностном слое воды.

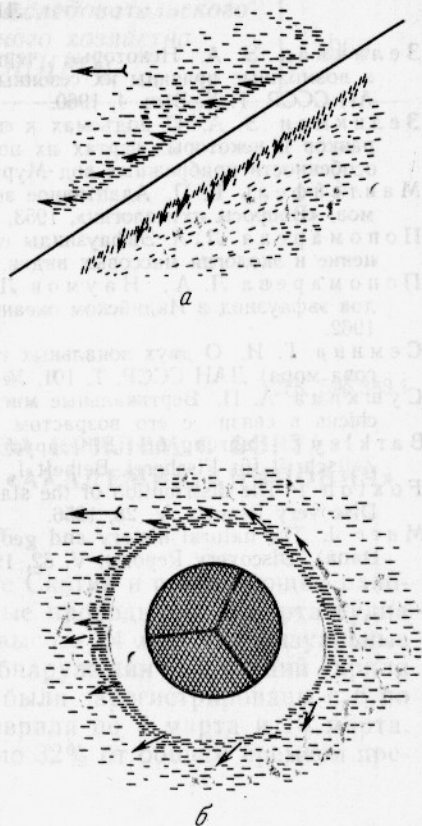


Рис. 10. Реакция криля, находящегося в скоплении, на опасность. Стрелками показано основное направление движения отдельных рачков и скопления:

а — прохождение ваера через скопление;
б — опускание планктонной сети в скопление

ЛИТЕРАТУРА

- Зеликман Э. А. Некоторые черты поведения баренцевоморских Euphausiacea и возможные причины их сезонных миграций. Труды Океанографической комиссии АН СССР. Т. X. Вып. 4, 1960.
- Зеликман Э. А. О подъемах к поверхности моря баренцевоморских эвфаузиевых рачков и некоторых чертах их поведения. Сб. Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурмана. Мурманск, 1961.
- Мантейфель Б. П. Адаптивное значение периодических миграций водных организмов. «Вопросы ихтиологии», 1953, № 13.
- Пономарева Л. А. Эвфаузииды северной половины Тихого океана, их распространение и экология массовых видов. Изд. АН СССР, 1963.
- Пономарева Л. А., Наумов Л. Г., Зернова В. В. Питание некоторых видов эвфаузиид в Индийском океане. Труды института океанологии АН СССР. Т. 58, 1962.
- Семина Г. М. О двух зональных группировках фитопланктона (на примере Берингова моря) ДАН СССР. Т. 101, № 2, 1955.
- Сушкина А. П. Вертикальные миграции и суточный ритм питания *Calanus finmarchicus* в связи с его возрастом и жирностью. Труды ВНИРО. Т. 46, 1962.
- Barkley E. Nahrung und Filterapparat des Walkrebseens *Euphausia superba* Dana. Zeitschrift für Fischerei. Beiheft I, 1940.
- Foxton P. The distribution of the standing crop of Zooplankton in the Southern ocean. Discovery Reports. V. 28, 1956.
- Marr J. The natural history and geography of the antarctic krill (*Euphausia superba* Dana). Discovery Reports. V. 32, 1962.

УДК 595.383.1

**ВИЗУАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КРИЛЕМ С БОРТА
НАУЧНО-ПРОМЫСЛОВОГО СУДНА «АКАДЕМИК КНИПОВИЧ»****К. В. Шуст**

Одним из методов поиска криля в море Скотия и прилегающих районах были визуальные наблюдения, которые проводились с борта судна (высота 8,5 м) и с марсовой площадки (высота 24 м). Эти визуальные наблюдения осуществлялись с целью обнаружения скоплений криля у поверхности. Такие скопления (пятна) были зарегистрированы с 6 по 11 февраля, с 20 по 22 февраля, с 28 февраля по 7 марта и 10 марта, т. е. в течение 17 дней, что составило около 32% от общего времени пребывания судна в море Скотия.

**ОБРАЗОВАНИЕ И РАССЕИВАНИЕ ПЯТЕН В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ ПОГОДЫ,
ВРЕМЕНЕМ СУТОК И МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ**

Скопления имели вид рыжевато-коричневых или кирпично-красных пятен, видимость которых зависела как от глубины нахождения криля, так в значительной степени и от состояния погоды. В утренние часы часто лежал туман, который обычно рассеивался к полудню. Видимость пятен в тумане как с борта судна, так и с мачты зависела от его густоты и колебалась от 50 до 700 м. Днем чаще всего была наиболее благоприятная для наблюдений пасмурная погода. Свет в такую погоду рассеян равномерно, и отдельные скопления в пасмурные дни можно было заметить на расстоянии 1500—2000 м. В солнечную погоду пятна обычно пропадали, но до 10—11 часов некоторые скопления еще находились у поверхности и их можно было заметить стоя спиной к солнцу. При небольшой облачности днем и особенно вечером тени облаков на воде приобретали окраску, сходную со скоплениями криля. Вблизи судна отличить такие ложные пятна нетрудно. Более удаленные тени можно отличить от пятен криля по быстрому их перемещению, изменению контуров и окраски.

В дни, когда наблюдались пятна, волнение не превышало 4 баллов. И если при волнении 2—3 балла видимость пятен не ухудшалась, то увеличение волнения до 4 баллов на крупной зыби несколько затрудняло наблюдение. Причем видимость по волне была хуже, чем против волны.

Скопления криля у поверхности обычно сопровождалась десятками, сотнями и иногда даже тысячами морских птиц, среди которых наибо-

Встречаемость птен по времени суток в различных районах ($\frac{\text{шт.}}{\%}$)

Таблица 1

Количество дней наблюдений, дни	Количество наблюдений, ч	Район наблюдений	Время суток, ч															
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	54	Южных Оркнейских островов	$\frac{3}{5,5}$	$\frac{3}{5,5}$	$\frac{4}{7,4}$	$\frac{5}{9,2}$	$\frac{5}{9,2}$	$\frac{5}{9,2}$	$\frac{4}{7,4}$	$\frac{4}{7,4}$	$\frac{1}{1,8}$	$\frac{4}{7,4}$	$\frac{2}{3,7}$	$\frac{4}{7,4}$	$\frac{3}{5,5}$	$\frac{3}{5,5}$	$\frac{3}{5,5}$	$\frac{1}{1,8}$
3	19	Восточнее Южных Оркнейских островов	$\frac{1}{5,2}$	$\frac{1}{5,2}$	$\frac{2}{10,5}$	$\frac{2}{10,5}$	$\frac{2}{10,5}$	$\frac{1}{5,2}$	$\frac{1}{5,2}$	$\frac{1}{5,2}$	—	—	—	$\frac{2}{10,5}$	$\frac{2}{10,5}$	$\frac{2}{10,5}$	$\frac{2}{10,5}$	—
8	52	о. Южной Георгии	—	$\frac{4}{7,7}$	$\frac{6}{11,5}$	$\frac{7}{13,4}$	$\frac{7}{13,4}$	$\frac{6}{11,5}$	$\frac{6}{11,5}$	$\frac{3}{5,7}$	$\frac{2}{3,8}$	$\frac{2}{3,8}$	$\frac{3}{5,7}$	$\frac{2}{3,8}$	$\frac{2}{3,8}$	$\frac{2}{3,8}$	—	—

Данные визуальных наблюдений за скоплениями криля у поверхности

Таблица 2

Дата	Время суток, час	Число птен	Координаты	Ветер	Волнение	Облачность	Количество фитопланктона, мл/м³	Атмосферное давление, мм рт.ст.	Характеристика скоплений			Преобладающие размеры криля, мм
									размер, м	форма	количество	
Февраль												
6	16—20	16—20	60°44' ю. ш. 43°03' з. д.	ССЗ—4	3	10	0,4	765	От 50 на 100 до 100 на 300	Овальная	4	51—54
7	5—20	5—14 16—19	60°47' ю. ш. 43°07' з. д.	ССЗ—4	3	10	0,3	760	От 1 на 1 до 40 на 150	Круглая, овальная	30	51—54
8	5—18	5—14	60°50' ю. ш. 43°31' з. д.	СЗ—4 СЗ—4	3	10	0,3	755	От 1 на 1 до 30 на 50	Круглая, в виде полос и овальная	40	54—57
9	8—20	8—10	60°25' ю. ш. 42°34' з. д.	ЗСЗ—3	2	я/5	2,8	760	От 5 на 5 до 10 на 15	Круглая, овальная	25	51—54
10	5—20	5—19	60°38' ю. ш. 43°15' з. д.	ЗСЗ—3	1	10	2,0	759	От 2 на 2 до 50 на 150	Круглая, в виде полос и овальная	35	48—51

Дата	Время суток, час	Число птен	Координаты	Ветер	Волнение	Облачность	Количество фитопланктона, мл/м³	Атмосферное давление, мм рт.ст.	Характеристика скоплений			Преобладающие размеры крылья, мм
									размер, м	форма	количество	
11	7—16	7—12 14—16	60°43' ю. ш. 43°47' з. д.	СВ—3	3	10	2,0	755	От 2 на 2 до 70 на 100	Круглая, в виде полос, овальная	35	48—51
20	16—20	16—19	60°35' ю. ш. 36°08' з. д.	ССВ—2	2	10	8,0	758	От 15 на 15 до 70 на 100	Круглая, овальная	25	36—42
21	5—18	5—9	60°34' ю. ш. 36°10' з. д.	ССВ—3	2	10	8,0	758	От 0,5 на 0,5 до 10 на 20	Круглая, овальная	30	33—36
22	6—19	7—12 16—19	59°44' ю. ш. 31°49' з. д.	СВ—3	3	10	1,8	760	От 5 на 5 до 10 на 20	Круглая, овальная	20	30—36
28	8—17	8—15	53°37' ю. ш. 37°03' з. д.	ВЮВ—3	3	я/6	0,1	755	От 100 на 350 до 600 на 1700	Поля	5 1	39—42
Март												
1	5—19	8—13	53°36' ю. ш. 37°04' з. д.	ВЮВ—6	4	10	0,1	750	1800 на 5500	Поля	1	36—45
2	5—19	6—11 15—18	53°36' ю. ш. 37°07' з. д.	ЮВ—3	3	8	0,1	759	От 60 на 80 до 80 на 150	Овальная	10	36—45
3	5—18	7	53°34' ю. ш. 36°46' з. д.	ЮВ—1	Зыбь	я/7	0,1	759	15 на 30	Овальная	2	..
5	5—20	6—12 15—18	53°36' ю. ш. 36°57' з. д.	ЮВ—2	3	10	0,1	752	От 10 на 15 до 300 на 1500	Поля	30 1	36—42
6	5—19	6—11	53°37' ю. ш. 36°56' з. д.	ЮВ—4	4	10	0,1	755	От 10 на 20 до 200 на 600	Овальная	10 2	36—42
7	5—19	6—11	53°39' ю. ш. 36°53' з. д.	ЮВ—4	3	10	0,1	760	800 на 1800	Поля	1	36—45
10	5—10	7—10	53°37' ю. ш. 36°55' з. д.	ЗСЗ—5	4	10	0,1	764	80 на 300	Овальная	4	36—42

лее часто встречается капский голубь (*Daption capensis* L.); за ним, особенно в районе о. Южная Георгия, идет антарктический китовый буревестник (*Thalassoica antarctica*), странствующий (*Diomedea exulans exulans* L.) и чернобровый (*Diomedea melanophrys*) альбатросы, поморник (*Catharacta antarctica*), гигантский буревестник (*Macronectes giganteus*) и качурка (*Oceanites oceanicus*). Однако по большому количеству птиц можно было судить только примерно о районе пятен, но находить пятна по скоплениям птиц не всегда удавалось. Так, например, в отдельные дни при больших скоплениях сидящих на воде и летающих птиц пятен вообще не было, хотя на другой день в этом же районе встречались пятна.

Скопления криля у поверхности, как правило, появлялись в 5 часов утра по местному времени. К полудню они обычно встречались реже или совсем пропадали. В отдельные дни пятна наблюдались с рассвета и до наступления темноты, т. е. до 19—20 часов. Такое явление имело место на участке с координатами 60°47' ю. ш. и 43°20' з. д. 7 февраля 1965 г.

Таким образом, продолжительность нахождения криля у поверхности может быть разной: от 14 часов в районе Южных Оркнейских островов (10 февраля 1965 г.) до 1 часа в районе о. Южная Георгия (3 марта 1965 г.). В среднем для обследованных районов время нахождения криля у поверхности равно 6 часам в день.

За весь период наблюдений с 6 февраля по 10 марта 1965 г. поверхностные скопления отмечались в течение 107 часов, что составляет около 13% от всего времени поисков пятен. Однако следует сказать, что в районе Южных Оркнейских островов скопления криля встречались как в утренние, так и в вечерние часы, а следовательно, и более продолжительное время, чем у о. Южная Георгия, где пятна, как правило, наблюдались только в первой половине дня (табл. 1). Эти различия нельзя отнести за счет разных погодных условий, которые в обоих районах были в общем одинаковыми.

В табл. 2 приведены все результаты визуальных наблюдений за пятнами криля и условия, при которых они встречались. Из данных табл. 2 видно, что ветер до 6 баллов и волнение моря до 4 баллов, по-видимому, не препятствуют появлению пятен криля. Так, за период наблюдений поверхностные скопления криля в 10 случаях встречались при ветре до 3 баллов, в 5 случаях при ветре до 4 баллов и только в одном случае при 5- и 6-балльном ветре. Причем ветры были самых различных направлений. Продолговатые и овальные пятна чаще были вытянуты поперек направления ветра, однако четкой зависимости формы пятен от направления ветра замечено не было. Волнение до 4 баллов не влияет на их форму и величину.

В табл. 2 показана зависимость частоты встречаемости пятен от условий освещения, а следовательно, от облачности. В 13 случаях криль наблюдался у поверхности при полной облачности и только 4 раза при облачности 5—7 баллов. В ясную погоду пятен вообще не встречалось, даже в тех районах, где они были до этого несколько дней подряд. Опыты в аквариальных условиях по действию света на криль подтвердили предположение о том, что он уходит из зоны яркого освещения.

По наблюдениям китобоев, криль у поверхности встречается при относительно низком атмосферном давлении. Наши же наблюдения показывают, что появление пятен не имеет четкой связи с атмосферным давлением. Наличие или отсутствие скоплений криля у поверхности, по нашим наблюдениям, не имело никакой закономерной связи с изменением атмосферного давления в пределах 742—765 мм.

Анализируя связь между наличием пятен и глубиной в районах их нахождения, можно отметить, что наиболее часто пятна встречаются на глубинах от 150 до 350 м. Однако в некоторых случаях скопления криля у поверхности наблюдались в районах с глубинами до 1500 м.

Таким образом, из всех перечисленных факторов среды наибольшее влияние на пятна криля оказывают условия освещения (облачность).

ОПИСАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СКОПЛЕНИЙ КРИЛЯ У ПОВЕРХНОСТИ

Между поверхностными скоплениями криля у о. Южная Георгия и других районов отмечены значительные отличия. Скопления у о. Южная Георгия встречались в течение очень короткого периода времени. Это крупные пятна — поля, имеющие иногда длину до 5500 м и ширину до 1500 м. Окраска таких скоплений кирпично-красная, что, видимо, обусловлено почти поверхностным их расположением (0,5—1 м от поверхности). В большом пятне ясно выделяются более интенсивно окрашенные отдельные концентрации — стаи. В некоторых из них можно было видеть выпрыгивающую питающуюся рыбу *Notothenia rossii macmorata* (Fischer). В отличие от пятен у Южных Оркнейских островов, скопления у о. Южная Георгия встречались, как правило, только в первой половине дня и за это время существенно видоизменялись

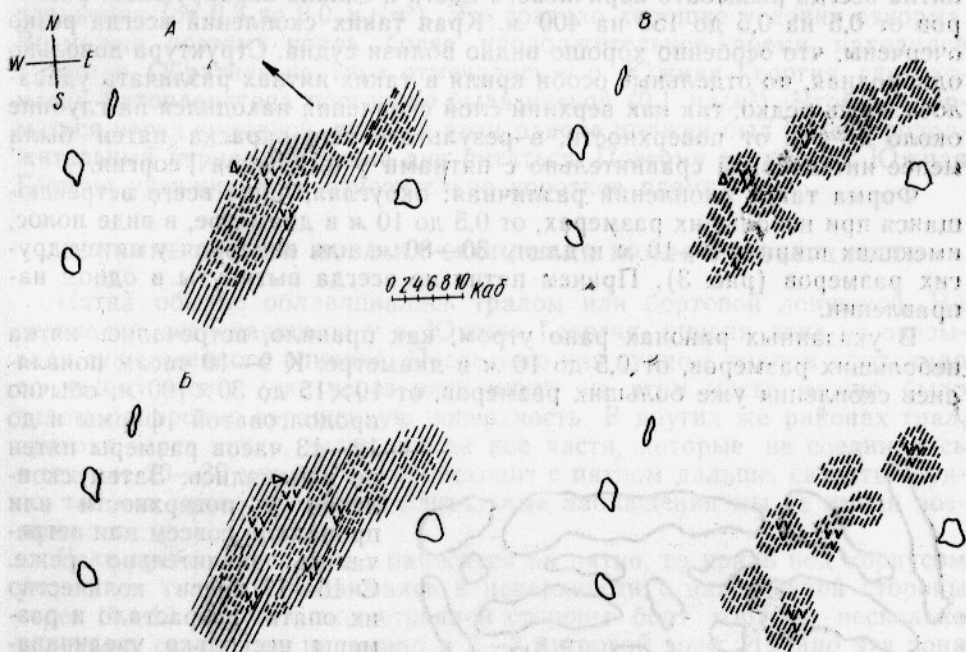


Рис. 1. Изменение контура скоплений криля в районе к северу от о. Южная Георгия 1 марта 1965 г.:

А — 09 час 00 мин; Б — 11 час 00 мин; В — 11 час 30 мин; Г — 12 час 00 мин

Штриховкой обозначены видимые скопления криля. Галочками показаны скопления *Dartion capensis*, *Thalassoica antarctica*, *Phoebebia palpebrata*. В левом верхнем углу показаны стороны света. Айсберги показаны контурами. В правом нижнем углу дан масштаб в кабельтовых.

(рис. 1 и 2). Это выражалось в том, что у большого пятна постепенно изменялись очертания, оно тускнело и к 11—12 часам исчезало. Отдельные небольшие пятна оставались значительно дольше.

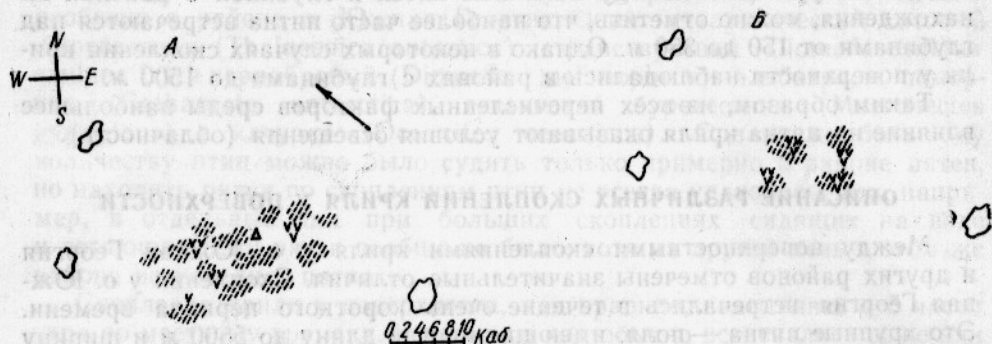


Рис. 2. Изменение контура скоплений криля в районе к северу от о. Южная Георгия 2 марта 1965 г.:

A — 08 час 00 мин; B — 10 час 00 мин

В других районах (Южные Оркнейские острова и район к востоку от них) скопления криля у поверхности в отличие от пятен в районе о. Южная Георгия имеют другие размеры и окраску. Здесь встречались пятна всегда рыжевато-коричневого цвета и сильно варьирующих размеров от 0,5 на 0,5 до 150 на 400 м. Края таких скоплений всегда резко очерчены, что особенно хорошо видно вблизи судна. Структура довольно однородная, но отдельные особи криля в таких пятнах различать удавалось очень редко, так как верхний слой скопления находился на глубине около 2—4 м от поверхности, в результате чего окраска пятен была менее интенсивной сравнительно с пятнами у о. Южная Георгия.

Форма таких скоплений различная: округлая, чаще всего встречающаяся при небольших размерах, от 0,5 до 10 м в диаметре, в виде полос, имеющих ширину 2—10 м и длину 30—80 м, или овальная у пятен других размеров (рис. 3). Причем пятна не всегда вытянуты в одном направлении.

В указанных районах рано утром, как правило, встречались пятна небольших размеров, от 0,5 до 10 м в диаметре. К 9—10 часам появлялись скопления уже больших размеров, от 10×15 до 30×100 м, обычно продолговатой формы и до 12—13 часов размеры пятен не изменялись. Затем скопления у поверхности или пропадали совсем или встречались значительно реже. С 16—17 часов количество их опять возрастало и размеры несколько увеличивались. В 18—20 часов наблюдались наиболее значительные пятна 70×300 или 150×400 м.

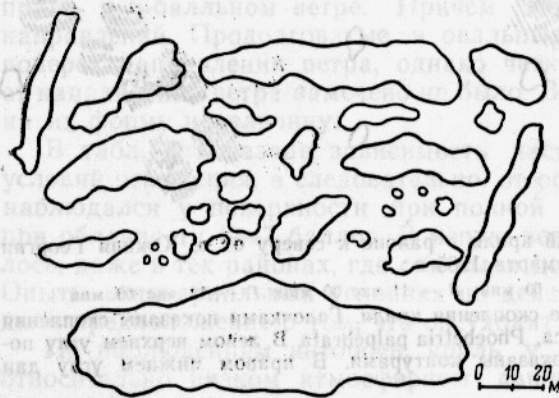


Рис. 3. Наиболее типичные контуры косяков криля для района Южных Оркнейских островов. В правом нижнем углу дан масштаб в метрах

Изучение размерного состава криля, взятого из пятен в сравниваемых районах, показало существенные различия. В районе Южных Оркнейских островов скопления у поверхности

образовывал крупный криль, в основной массе достигший половой зрелости. С 6 по 11 февраля 1965 г. преобладающими размерами были 54—57 мм. В районе, расположенном восточнее Южных Оркнейских островов, в пятнах наблюдался более мелкий неполовозрелый криль (30—33 мм). В районе о. Южная Георгия криль был также неполовозрелым, но более крупных размеров (36—42 мм).

Наибольшие по площади скопления к северу от о. Южная Георгия состояли из неполовозрелого криля. Вблизи Южных Оркнейских островов стаи криля первые дни наблюдений состояли из крупного половозрелого криля. После его исчезновения пятен стало значительно меньше.

ПИТАНИЕ КРИЛЯ И ОБРАЗОВАНИЕ ПЯТЕН

В пятнах криль питается слабо. Видимо, основной процесс откорма проходит в те периоды, когда криль находится в рассеянном состоянии на некоторой глубине от поверхности.

Существующую зависимость между биомассами фитопланктона, интенсивностью питания криля и продолжительностью существования пятен в течение суток можно выразить следующим образом. Чем выше биомассы фитопланктона (в районе откорма криля), тем более продолжительное время существуют пятна. Так, в районе Южных Оркнейских островов и к востоку от них были относительно высокие биомассы фитопланктона (от 0,3 до 8,0 мл/м³). Это создало хорошие условия откорма. Возможно поэтому криль более продолжительное время находился в пятнах. Обратная картина отмечалась у о. Южная Георгия, где биомасса фитопланктона постоянно была низкой (0,1 мл/м³). Чтобы откормиться перед зимовкой, криль в этом районе должен был более продолжительный период в течение дня питаться. Поэтому пятна у о. Южная Георгия удерживались относительно короткое время.

ВЛИЯНИЕ ОРУДИЯ ЛОВА НА СКОПЛЕНИЯ КРИЛЯ У ПОВЕРХНОСТИ

Пятна обычно облавливались тралом или бортовой ловушкой. На скопления, встречавшиеся у о. Южная Георгия, орудия лова не оказывали существенного влияния. После того как судно с тралом проходило по такому пятну, уже через пять минут на этом месте можно было видеть однородно окрашенную поверхность. В других же районах трал, проходя через пятно, делил его на две части, которые не соединялись в течение 20—30 минут. Что происходит с пятном дальше, сказать трудно, так как проводить более длительные наблюдения мы не имели возможности.

Если дрейфующее судно наносится на пятно, то криль под корпусом уходит на глубину, поднимаясь к поверхности с наветренной стороны через 10—15 минут. С подветренной стороны борт корабля несколько уплотняет скопление, примерно в 2—3-метровой зоне. Именно эта зона наиболее удобна для облова бортовой ловушкой, так как концентрация рачков здесь наибольшая.

ВЫВОДЫ

1. Визуальные наблюдения за скоплениями криля у поверхности показали, что наиболее важным фактором, сопутствующим появлению криля у поверхности, является освещение (облачность). Ветер до 6 баллов и волнение моря до 4 баллов не влияют на образование пятен.

2. Наиболее часто пятна встречаются от рассвета до полудня, реже в вечерние часы.

3. В районе о. Южная Георгия, у Южных Оркнейских островов и к востоку от них пятна отличались по размерам, глубине нахождения и продолжительности существования. В районе о. Южная Георгия более крупные скопления располагались ближе к поверхности воды, в то же время удерживались менее продолжительный срок.

4. Образование пятен не зависит от биомассы фитопланктона в том или ином районе. Время существования пятен, видимо, связано с количеством фитопланктона, и в районах с более высокой биомассой пятна в течение дня существуют более длительный срок, чем в районе с низкой биомассой.

5. Скопления у поверхности образует неполовозрелый и половозрелый криль.

6. Стан криля активны, но не настолько, чтобы их движение затрудняло лов.

УДК 595.383.1

ПОДВОДНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КРИЛЕМ**А. Г. Рагулин**

В программе научно-исследовательских работ судна «Академик Книпович» в море Скоттия главное внимание уделялось изучению биологии криля с целью выяснения возможности его промышленного лова. Проведенными исследованиями было установлено, что криль часто образует скопления, располагающиеся у самой поверхности моря. На фоне водной поверхности они выделяются красновато-бурой окраской, интенсивность которой изменяется в зависимости от глубины размещения скоплений и освещенности моря. Размеры пятен различны; самое крупное скоп-



Рис. 1. Аквалангист перед спуском в воду в гидрокостюме ГПК-4

ление, которое было обнаружено экспедицией, представляло собой поле, достигающее в длину 5000 м.

Обычные методы исследований не дали ответа на ряд возникших вопросов. Например, было неясно поведение криля в зоне действия орудий лова, реакция его на корпус корабля и другие предметы, ско-

рость передвижения, плотность в различных участках скоплений, ориентация в стае и т. д.

С целью решения этих вопросов в различных районах моря Скотия было проведено несколько погружений аквалангистов. Ввиду низкой температуры воды при погружениях применялись гидрокостюмы типа ГКП-4 и «Дрэггер». Все подводные работы проводили с мотобота. В погружениях принимали участие: ст. инженер лаборатории подводных исследований ВНИРО Рагулин А. Г., техник Воронов Р. С., кинооператор студии Моснаучфильм Попов А. Н. Условия погружений были различные. Температура воды от $+0,5$ до $+7,6^{\circ}\text{C}$, волнение моря от 1 до



Рис. 2. Скопления криля у поверхности, выполненные фотоавтоматом УПФА при искусственном освещении

3 баллов, во всех случаях погружений наблюдалась сплошная облачность. Глубина моря от 350 до 500 м. Аквалангисты опускались на глубину до 30 м. Применяли подводную фото- и киносъемку. Ранее проводимые съемки криля подводными фотоавтоматами УПФА и ПФА-6, спроектированными и изготовленными во ВНИРО, почти не дали результата. Только в одном случае были получены фотографии криля при съемках фотоавтоматом УПФА под самой поверхностью воды, непосредственно у борта судна (рис. 2).

Во время первого погружения 10 февраля 1965 г. в 17 часов 30 минут местного времени, в районе к юго-востоку от о. Лори, входящего в группу Южных Оркнейских островов, было обследовано четыре пятна. Три из них находились на глубине 3 м, а четвертое на глубине 20 м. Все четыре скопления имели овальную форму, длину около 25 м и ширину 10—15 м. В профиле пятна представляли собой усеченный конус, направленный своей вершиной вниз. Толщина пятен колебалась от 1,5 до 5 м. В центре скоплений криль располагался плотнее, чем по краям. Плотность пятен в центре ориентировочно 50—60 рачков на 1 дм^3 . Криль в скоплениях ориентирован в одном направлении. Он очень медленно перемещался так, что казался почти неподвижным, однако при приближении аквалангиста рачки начинали разбегаться в разные стороны,

делая резкие движения abdomenом. При этом ориентация отдельных рачков относительно друг друга не нарушалась. Реагировали рачки на присутствие человека в радиусе 1,5—2 м. Цвет пятен под водой близок к темно-морковному. Прозрачность воды в момент погружения была 25—30 м, несмотря на значительное количество фитопланктона. Температура воды была $+0,5^{\circ}\text{C}$. Фото- и киносъемку во время первого погружения провести не удалось ввиду того, что освещенность под водой оказалась недостаточной.

Второе погружение было проведено 5 марта 1965 г. к северу от о. Южная Георгия в 10—15 м от одного из айсбергов при большом накате волны, температуре воды $+4^{\circ}\text{C}$ и сплошной облачности. Скопление

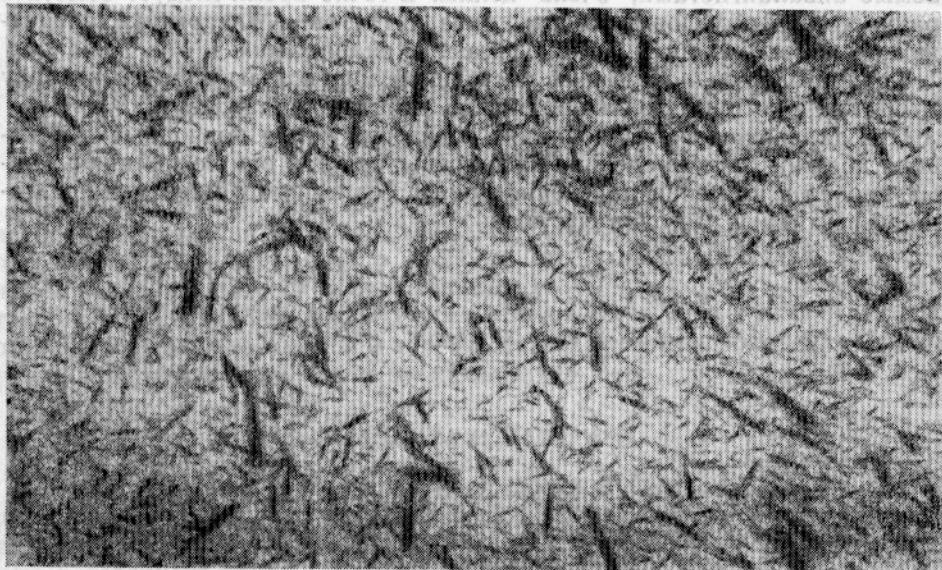


Рис. 3. Скопления *Euphausia vallentini* в районе банки Бердвуд. Фотосъемка выполнена в нижней части стаи при естественном освещении

кряля располагалось на глубине 3 м. Оно имело форму полукольца с расходящимися в стороны крыльями. Размер рачков несколько меньше, чем в районе Южных Оркнейских островов. Кряль в скоплении также ориентирован в одном направлении. Размер пятна определить не удалось из-за присутствия большого количества взвеси, резко снижающей видимость. Прозрачность воды была около 15 м. Толщина косяка составляла 1,5—2 м. Цвет скопления красновато-морковный. При приближении аквалангиста к пятну кряль стал активно уходить в разных направлениях. В этом районе реакция кряля на присутствие человека более резкая, чем у Южных Оркнейских островов.

18 марта 1965 г. в 12 часов 30 минут по местному времени на банке Бердвуд к югу от Фолклендских островов было проведено третье погружение. При фотосъемке применяли фотокамеру «Зенит 3М», заключенную в подводный бокс типа КПФ-1, при киносъемке — подводную кинокамеру «Аквафлекс». Температура воды была $+7,6^{\circ}\text{C}$, сплошная облачность, состояние моря 1 балл. В пятне неправильной круглой формы, радиусом приблизительно 50 м, находился кряль вида *Euphausia vallentini*. Кряль очень мелкий, в длину не более 3 см. Концентрация кряля

по всей площади пятна неоднородна. В наиболее плотных участках насчитывалось до 70—80 рачков на 1 дм³. Толщина плотного слоя составляла 5 м. В этом слое рачки имеют некоторую ориентацию. Скопление распространялось в глубину до 18 м. С глубины 8 м плотность скопления резко падает и разреженный криль движется в различных направлениях без всякой ориентации (рис. 3). Рачки почти не окрашены и только в плотных скоплениях заметна розоватая окраска их. Реакция на присутствие человека замедленна. Криль позволял приближаться к нему значительно ближе, чем в прежних скоплениях.

Проведенные работы показали, что подводные наблюдения с помощью аквалангистов дают очень хорошие представления о поведении и плотности скоплений криля. Кадры киносъемок, фотоматериалы, получаемые аквалангистами, очень ценны. В то же время следует отметить крайне сложные условия работы аквалангистов в Антарктике, затрудняющие исследования в легководолазном снаряжении.

Крайне сложен в условиях постоянной мертвой зыби спуск на воду мотоботов, с которых только возможна работа аквалангистов.

При дальнейших исследованиях поведения криля подводные наблюдения должны быть предельно расширены, так как они восполняют важный пробел в изучении поведения криля, без которого нереально создание эффективных методов его лова.

УДК 595.383.1

АКВАРИАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ КРИЛЯ**В. Н. Семенов**

В процессе изыскания возможности промысла перед экспедицией встал вопрос о влиянии искусственного света и орудий лова на поведение криля, а также вопрос о скорости его движения. В связи с этим наряду с наблюдениями в естественных условиях, которые проводились также экспедицией АтлантНИРО на «Муксуне» в 1964 г., было решено поставить несколько опытов в аквариуме. Во время работ в море Скотия удалось провести пять таких экспериментов.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛ

Стеклянный аквариум с проточной морской водой, в котором проводили эксперименты, был установлен на палубе ходового мостика и имел размеры $100 \times 60 \times 50$ см. Опыты со светом проводили ночью. Источником рассеянного света служила переносная лампа мощностью 25 вт. Силу света регулировали изменением расстояния лампы от аквариума. Для получения сконцентрированного света использовали осветитель от микроскопа МБС-1. Осветитель состоит из патрона (с лампочкой мощностью 20 вт), вставляющегося в тубус с конденсатором, позволяющим собирать свет в пучки разного диаметра. Осветитель включали в сеть 127/220 в через трансформатор с выключателем и реостатом для плавного регулирования силы света. Шкала реостата разбита на 4 деления. Лампочку с конденсатором устанавливали у аквариума на штативе в 20—25 см от поверхности воды. Цветное освещение создавалось в основном при помощи пленочных светофильтров.

В нашем распоряжении имелось 6 светофильтров: темно-красный, красный, розовый, желтый, зеленый и синий (стеклянный). Для определения реакции криля на механические раздражители, имитирующие орудия лова, применяли проволочные рамки 50×30 см с натянутой на них делью с ячеей размером 5, 25 и 50 мм. Рамки ставили в аквариуме неподвижно или передвигали с различной скоростью.

Материалы для опытов добывали из скоплений криля у борта судна сачком диаметром 50 см. Его переносили сразу в ведро со свежей морской водой и выдерживали до выравнивания температур воды в ведре и в аквариуме, так как в последнем температура иногда была на 2° выше, чем за бортом. В пойманном для опытов материале всегда преобладали мелкие неполовозрелые особи длиной от 27—30 до 40—45 мм.

Взрослые половозрелые рачки имелись, к сожалению, в значительно меньшем количестве. Рачки из трала и из бортовой ловушки из-за сильных повреждений, как правило, очень быстро погибают в аквариуме и потому совершенно не пригодны для опытов, это и ограничивало возможность проведения их большего количества.

ОПЫТЫ

ОПЫТ 1

19 февраля 1965 г.

Исполнители: Семенов В. Н., Михайловский Ю. А.

Условия опыта

Материал

Температура воды за бортом $+1,4^{\circ}\text{C}$.
Температура воды аквариума $+2,6^{\circ}\text{C}$.
Атмосферное давление 756,0 мм рт. ст.
Начало опыта 02 час 30 мин.
Конец опыта 03 час 30 мин.
(время местное)

50—60 особей пойманы сачком у поверхности воды 18 февраля 1965 г. в 23 час 30 мин. Преобладает молодь (76%): самцов — 3%, самок — 21%. Размеры рачков от 31 до 56 мм.

Наблюдения. Были проведены наблюдения за поведением животных при освещении аквариума белым, красным, желтым и зеленым светом разной силы. Диаметр пучка направленного света — 20 см, расстояние от осветителя до поверхности воды — 25 см.

Результаты. При освещении аквариума рассеянным светом любого из перечисленных выше цветов, помещая лампу на расстоянии 1—1,5 м от аквариума, можно заметить, что криль держится более освещенной половины аквариума, собираясь туда за 20—30 секунд и оставаясь там в течение всей экспозиции (до 15—20 минут).

При освещении аквариума направленным светом также не замечено различий в поведении криля в зависимости от цвета освещения, если не считать тех реакций, которые вызваны изменениями освещенности благодаря различной плотности применяемых светофильтров. Эти различия легко устраняются регулированием яркости светового пятна. Изменяя силу света, можно видеть, что криль предпочитает слабый свет (1,5—2 деления шкалы реостата), но собирается в световом пучке он не очень плотно, находясь во всей светлой половине аквариума. В темной половине — всего лишь 2—3 особи. На самый слабый свет (реостат — 1—1,5 деления) рачки подходят вплотную к поверхности воды; собираются в течение 20—30 секунд. При постепенном усилении света криль довольно скоро уходит из яркоосвещенной зоны, не покидая, однако, освещенной половины аквариума. Если силу света увеличить очень быстро, то животные резко усиливают двигательную активность — делают несколько сильных ударов абдоменом и быстро уходят из светового пятна, оставаясь все же в освещенной половине аквариума. Через 4—5 минут непрерывного действия света криль как бы привыкает к нему и уже не так заметно реагирует на изменения освещенности, но по-прежнему находится в освещенной части аквариума.

ОПЫТ 2

19 февраля 1965 г.

Исполнитель Семенов В. Н.

Условия опыта

Материал

Температура воды за бортом $+1,4^{\circ}\text{C}$.
Температура воды аквариума $+3,0^{\circ}\text{C}$.
Атмосферное давление 757 мм рт. ст.
Начало опыта 14 час 30 мин.
Конец опыта 16 час 00 мин.

Поймано 50—60 экз. сачком из скопления у поверхности воды 18 февраля в 23 час 30 мин. Размеры криля от 31 до 56 мм. Состав: молодь — 76%, самцы — 3%, самки — 21%.

Наблюдения. Были сделаны попытки измерить скорость движения крыля в спокойном состоянии и при механическом раздражении (прикасались рукой или палочкой).

Результаты. Скорость движения в спокойном состоянии при помощи плеопод.

Расстояние, см	Время, сек	Скорость движения	
		м/сек	узлы
30	4	0,075	0,15
30	10	0,03	0,06
30	7	0,04	0,08
30	3	0,1	0,20
50	6	0,083	0,16
30	5	0,06	0,12
30	2,2	0,136	0,27
30	8,5	0,035	0,07
30	4	0,075	0,15

Крыль часто не реагирует на прикосновение, а иногда довольно быстро уходит от раздражителя. Различаются два вида движения: при помощи плеопод и благодаря ударам живота. При передвижении посредством ударов живота скорость резко увеличивается (в 3—5 раз).

Расстояние, см	Время, сек	Скорость движения	
		м/сек	узлы

Скорость движения при помощи плеопод

50	1,5	0,33	0,66
30	1,0	0,30	0,6
50	1,0	0,5	1,0
40	1,0	0,4	0,8
50	1,0	0,5	1,0
50	0,9	0,55	1,1

Скорость движения при помощи живота

30	0,2	1,5	3
30	0,3	1,0	2

Примечание. Иногда животное делает 2—3 рывка на расстоянии 80—90 см.

ОПЫТ 3

1 марта 1965 г.

Исполнители: Семенов В. Н., Михайловский Ю. А.

Условия опыта

Температура воды за бортом +3,8° С.
Температура аквариума 3,2° С.
Атмосферное давление 749,5 мм рт. ст.
Начало опыта 02 час 15 мин.
Конец опыта 03 час 00 мин.

Материал

80—100 экз. поймано сачком из поверхностного скопления 28 февраля в 10 час 00 мин. Размеры — от 28 до 52 мм. В материале преобладает молодь (около 99%). Самцы составляют около 0,3%, самки — 0,8%.

Наблюдения. Проводили наблюдения за поведением крыля под действием света разной силы и продолжительности и разного цвета (белого, желтого, красного, зеленого и синего). Диаметр пучка направленного света — 20—25 см. Расстояние осветителя от поверхности воды — 30 см.

Кроме надводного освещения в этом опыте был применен и подводный свет. Подводное освещение создавалось установкой осветителя вплотную у стеклянной стенки аквариума ниже уровня воды.

Результаты. В этом опыте, как и в первом, не замечено каких-либо различий в поведении крыля в зависимости от спектрального состава света как направленного, так и рассеянного. При действии света разной силы по-прежнему можно видеть, что крыль избегает яркого света и собирается на слабый свет (2—2,5 деления реостата), избегая как затененной зоны аквариума, так и самой освещенной зоны в центре светового пятна; часть животных при этом поднимается на поверхность головой к источнику света и держится по краям пятна. При очень слабом освещении (1,5 деления реостата) крыль собирается и в самом центре светового пятна. Скорость движения крыля на свет невелика и составляет 2—3 см/сек. С увеличением освещенности усиливается общая двигательная активность животных и реакция на механическое раздражение. Повышенная двигательная активность сохраняется постоянной в течение всего периода яркого освещения (10—15 мин). На резкое усиление света животные реагируют очень бурно, уходя из светового пятна при помощи резких ударов брюшном. При многократном повторении эта реакция ослабевает. Интересно также отметить, что с увеличением освещенности у крыля, по-видимому, расширяются хроматофоры, и почти совершенно прозрачные при слабом свете животные постепенно приобретают красноватую окраску.

Все описанные выше реакции *Euphausia superba* в ответ на действие надводного света наблюдаются без каких-либо изменений и при применении подводного освещения.

ОПЫТ 4

7 марта 1965 г.

Исполнители: Михайловский Ю. А., Онищенко К. В.

Условия опыта

Материал

Температура воды за бортом +3,3° С.
Температура аквариума +3,3° С.
Атмосферное давление 760,5 мм рт. ст.
Начало опыта 13 час 00 мин.
Конец опыта 13 час 30 мин.

Исключительно молодь крыля размерами от 24 до 42 мм. Для опыта поймано сачком из поверхностного скопления около 100 экз. 7 марта в 11 час. 30 мин.

Наблюдения. Исследовалась реакция крыля на подвижные и неподвижные сети с ячей размерами 5, 25 и 50 мм.

Результаты. Как показал проведенный опыт, крыль не отпугивается сетью. В зависимости от размеров ячее крыль либо проходит через сеть (ячей 25 и 50 мм), либо наталкивается на нее и продолжает плавать рядом. При плавном движении сети вдоль аквариума животные не стремятся ее обойти, и в том случае, если ячей крупная (25 и 50 мм), проходят сквозь нее.

ОПЫТ 5

8 марта 1965 г.

Исполнитель: Михайловский Ю. А.

Условия опыта

Материал

Температура воды за бортом +3,3° С.
Температура аквариума +1,5° С.
Атмосферное давление 763 мм рт. ст.
Начало опыта 02 час 00 мин.
Конец опыта 02 час 40 мин.

Тот же, что и в опыте 4.

Наблюдения. Наблюдалась реакция криля на сети в сочетании со светом. На одном конце аквариума устанавливался источник слабого света для привлечения криля, а поперек аквариума ставились поперечно сетки с ячейей размером 5 и 25 мм.

Результаты. При включении света рачки переходят из темной половины аквариума в светлую и, встречая на своем пути сеть с ячейей 25 мм, проходят сквозь нее. Наталкиваясь на сеть с ячейей 5 мм, животные не пытаются ее обойти и спокойно плавают рядом. При медленном движении рамки с сетью навстречу крилю наблюдается та же картина.

ВЫВОДЫ

1. *Euphausia superba* собираются на слабый свет независимо от его спектрального состава. Ночной промысел криля с использованием света возможен лишь при наличии его поверхностных скоплений и надежных средств обнаружения их в темноте. Свет может использоваться не столько для привлечения криля, сколько для повышения плотности его скоплений с целью более эффективного облова бортовой ловушкой или рыбонасосом. Для этого необходимо применение таких источников света, которые позволяли бы регулировать силу света и равномерно освещать направленным светом участки поверхности моря диаметром до 30—40 м. Достаточной плотности имеющегося скопления криля можно достигнуть постепенным уменьшением площади светового пятна, не увеличивая при этом освещенности. Скорость перемещения края светового пятна должна быть не выше скорости движения рачков на свет, т. е. не выше 2 м/мин.

2. Криль не отпугивается орудиями лова и задерживается только сетями с мелкой (5—10 мм) ячейей, свободно проходя через сети с ячейей 25 и 50 мм.

УДК 595.383.1

ПОВЕДЕНИЕ КРИЛЯ В СВЕТОВЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ**Г. Л. Петушко**

Криль *Euphausia superba* Dana обладает способностью собираться в чрезвычайно плотные стаи на самой поверхности моря. В связи с этим изучение его поведения в зоне действия искусственных раздражителей представляет большой интерес. Эксперименты со светом и электротоком занимали важное место в программе судов АтлантиНИРО, работавших в Антарктике. Задача всех опытов — выяснить как криль ведет себя в поле света различной окраски и как реагирует на воздействие электрического тока.

За два сезона (1963/64 г. и 1964/65 г.) выполнено 30 световых станций. При экспериментах применяли как надводные, так и подводные источники света. Выяснилось поведение рачков в поле белого, красного, синего и зеленого цветов. Интересно, что опыты, выполненные в самом начале экспедиционных работ (1963—1964 гг.) показали бесперспективность использования подводных источников света. При включении различно окрашенных ламп, находящихся под водой, криль рассеивался. Причем такая отрицательная реакция наблюдалась постоянно.

Наблюдения за поведением криля под надводными источниками света различной окраски дали следующие результаты: источники синего цвета (две люстры из 8 ламп каждая на высоте 2 м над водной поверхностью) действовали на криля отрицательно. Рачки уходят из зоны синего света. Зеленый свет (восьмиламповая люстра с затенителем из зеленой пластиковой пленки) не вызывал отчетливо выраженной положительной или отрицательной реакции. Попадая в зону, освещаемую зеленой люстрой, рачки начинают активно двигаться. Движение это беспорядочное, но в конце концов оно приводит к разрежению скоплений.

Красный свет (восьмиламповая люстра), как правило, вызывал положительную реакцию. После включения ламп за 10—15 минут под люстрой собиралось множество рачков. Лампы с бесцветными баллонами (обычное стекло) вызывают рассеивание рачков. Сразу после включения ламп стаи рачков, державшиеся до этого у самой поверхности, стремительно уходят на глубину и в стороны от центра освещенного пятна. Затем, постепенно адаптируясь, криль собирается на краю освещенного пространства и держится в сумеречной зоне. Если говорить о времени наблюдений, то можно отметить следующие моменты в поведении криля. В январе, начале февраля рачки уходили только в стороны от освещен-

ного пятна. В конце февраля и в марте рачки собираются непосредственно под люстрой, но в момент включения света стая быстро опускается на глубину. Затем, адаптируясь, рачки несколько поднимаются к поверхности, но остаются в полуосвещенной, теневой зоне.

Красный свет всегда вызывает положительную реакцию криля. Однако наблюдения дают возможность заметить, что поведение рачков меняется. Так, в январе и начале февраля 1965 г. рачки, собравшиеся в освещенной зоне, продолжали двигаться. Стая движется через освещенное пространство по кругу, все время повторяя уже пройденный путь. Общее направление движения — по часовой стрелке. Иногда стая выходит из зоны, затем, завершая круг, вновь появляется в освещенной зоне. В конце февраля, начале марта (1965 г.) поведение рачков в зоне красного света изменилось. Рачки потеряли подвижность. В это время они держались на самой поверхности, собирались в отдельные клубки. Диаметр таких клубков составлял примерно 1—1,5 м. Концентрация рачков была исключительно плотной. Глаз наблюдателя не различал в сплошной массе отдельных особей. Клубки сохраняли свою структуру до тех пор, пока были включены люстры.

При скорости ветра, превышающей 4 балла, дрейф судна типа СРТР становится настолько значительным, что стаи криля отстают от судна.

Поведение криля в однородном поле постоянного электрического тока изучали на борту РТ «Муксун» в рейсе 1963—1964 гг. Работы проводили в аквариуме из органического стекла размерами 90×43×45 см. Расстояние между электродами — 80 см. Электродами служили пластины оцинкованного железа размерами 40×50×0,1 см. Температура воды в аквариуме не отличалась от заборной. Воду заливали в аквариум за 15 минут до начала эксперимента.

Наблюдения показали, что криль очень чувствителен к воздействию электротока. При градиенте напряжения всего в 0,03 в/см у рачков наблюдается первая реакция, или реакция возбуждения. Яркая выраженная анодная реакция была получена в аквариуме при градиенте напряжения 0,16 в/см. Сразу после включения электротока рачки стремительно бросались к электроду и оставались на металлическом листе все время, пока в сети был ток. Незначительное повышение градиента (до 0,2—0,25 в/см) вызывало у рачков состояние паралича. Рачки теряли способность передвигаться и тонули, не достигая электрода.

Во время экспедиции 1964—1965 гг. эксперименты с электротоком проводили за бортом судна. Для получения разности потенциалов между электродами, находящимися за бортом судна, на СРТР «Орехово» было подготовлено соответствующее оборудование. В качестве генератора использовался сварочный агрегат САМ-300, дающий ток напряжением 24 в и силой до 300 а. Положительным электродом (анод) должен был служить сетчатый шар из латунной проволоки. Диаметр шара 60 см, толщина проволоки 3 мм. В качестве отрицательного электрода (катод) использовался борт судна.

Анод подвешивали на расстоянии 1,5—2 м от борта судна. Лампы красного цвета располагали таким образом, чтобы рачки, концентрирующиеся под лампами, оказывались между электродами. После включения электротока пространство у анода почти мгновенно очищалось от криля. Рачки под воздействием электротока парализовались и тонули. Но ток оказывал действие только на рачков, плававших в непосредственной близости от электрода. Особи, находившиеся в момент включения тока на расстоянии, превышающем 20 см, продолжали спокойно плавать и к электроду не приближались. Замеры показали, что сила тока в цепи электродов равнялась 50—90 а.

Во время световых станций, выполнявшихся в феврале 1965 г., около скоплений криля всегда собиралась путассу (*Micromesistius australis* Norman).

В момент включения электрического тока рыбы, находящиеся между электродами, стремительно бросались к аноду. Туда же устремлялись и рыбы, находящиеся в стороне от электрического поля. Воздействие электротока распространялось на расстояние 3—4 м. Следовательно, разность потенциалов, создаваемая в водной среде САМ-300, оказывалась достаточной для воздействия на рыбу (длина путассу до 50 см), но была недостаточной для криля (длина рачков не более 5 см).

Выполненные эксперименты свидетельствуют о возможности создания установки для концентрации криля и требуют проведения экспериментов большего масштаба.

УДК 595.383.1

**НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КРИЛЕМ В ЗОНЕ ИСКУССТВЕННОГО
ОСВЕЩЕНИЯ****Ю. А. Михайловский**

Наблюдения за поведением криля проводили с помощью двух подводных ламп — красной 0,5 квт и белой 1,5 квт. Лампы опускали с кормовой палубы с подветренной стороны на глубину 1—3 м. Цель световых станций — выявление реакции криля на искусственный свет. Было проведено 15 световых станций. Наблюдения проводились во время станций и в период между тралениями. Палубное освещение в момент работы с подводными лампами не выключали.

В результате наблюдений установлено, что при включении ламп криль, который находился на поверхности воды, приходил в возбужденное состояние, стараясь покинуть светлую зону. В случае же, когда криль поднимался из глубины, то он, достигнув ярко освещенной зоны, тоже стремился уйти из нее.

Выйдя за пределы ярко освещенной зоны, криль держался вокруг лампы на некотором расстоянии от нее на менее освещенных участках. Такая реакция криля на свет наблюдалась на всех станциях. После выключения лампы через 3—8 минут происходило повторное скопление криля.

На некоторых станциях было замечено, что в первый момент после включения лампы криля было больше, чем по истечении некоторого времени. Это объясняется, по-видимому, тем, что во время дрейфа судно сносило с пятен.

Наблюдения во время движения судна за скоплениями криля производили при помощи прожекторов, находившихся на ходовом мостике. Несколько раз в зоне освещения прожектора были заметны плотные скопления криля у самой поверхности. Попад в освещенное поле, криль выпрыгивал из воды, стремясь уйти из него.

Несмотря на небольшое число наблюдений, можно предположить, что яркий свет отпугивает криля. Детального изучения реакции криля на свет в естественных условиях провести не удалось. Кроме того, все наблюдения с подводными лампами велись при незначительных скоплениях криля.

В таблице приведены результаты наблюдений за крилем в море Скотия с 27 января по 2 марта 1965 г.

Таблица

Результаты наблюдений за крилем на световых станциях (27 января—2 марта 1965 г.)

№ станции	Дата	Время, час	Координаты	Состояние погоды и моря	Результаты наблюдений	Характер освещения	Примечание
50	27—28/I	23 ⁴⁵ —01 ²⁵	50°40' ю. ш. 50°19' з. д.		Криля нет	Подводная белая лампа	
57	30/I	2 ⁰⁰ —3 ¹⁰	59°33'8 ю. ш. 47°24'8 з. д.	СВ — 2—3 балла, море — 26	Концентрация криля 7—10 экз/м ² . От яркого света криль уходит	То же	
61	31/I	0 ⁴⁰ —1 ²⁰	62°18'3 ю. ш. 46°04'8 з. д.	То же	Криля нет	»	
78	3/II	0 ⁰⁰ —0 ³⁰	63°09'7 ю. ш. 46°40'8 з. д.	Слабый ветер	Криля нет	»	
103	6—7/II	21 ⁴⁰ —2 ⁴⁵	60°44'3 ю. ш. 43°03'0 з. д.	СЗ—4—5 б, море — 4 б	Криль 40—45 экз/м ²	»	Вечером в этом районе наблюдались пятна криля
107	7—8/II	23 ²⁰ —2 ³⁰	60°39'0 ю. ш. 43°36'8 з. д.	Слабый ветер	10—15 экз/м ² . Криль от яркого света уходил. Более плотные скопления наблюдались на границе светотени. При выключении лампы на короткий срок и последующем включении резких колебаний плотности криля не наблюдалось	Красная, белая подводные лампы	
114	10/II	0 ³⁰ —1 ¹⁵	60°53'3 ю. ш. 42°15'0 з. д.		Менее 10 экз/м ² . Криль уходит из ярко освещенной зоны. Через 30 мин после включения лампы криль не наблюдался	Белая подводная лампа	
124	12—13/II	23 ⁵⁰ —0 ⁵⁰	60°34'0 ю. ш. 44°07'0 з. д.	Зап. 3—4 б	Криля нет	Красная, белая подводные лампы	Красная лампа горела 45 мин, белая — 15 мин

№ станции	Дата	Время, час	Координаты	Состояние погоды и моря	Результаты наблюдений	Характер освещения	Примечание
129	15/II	2 ⁴⁵ —3 ¹⁵	60°23'6 ю. ш. 44°27'0 з. д.	ЮВ—4—5 б. море—3—4 б	Криля нет	Белая подводная лампа	
142	19/II	0 ¹⁰ —0 ³⁵	60°37'0 ю. ш. 42°18'2 з. д.	ЮВ—4 б. море — 4 б	Криля нет	То же	
151	20—21/II	22 ³⁵ —0 ²⁵	60°14'5 ю. ш. 35°43'0 з. д.	Штиль	2—3 экз/м ² . Крыль поднимался снизу. Много фитопланктона	Красная, белая подводные лампы	Красная лампа горела 1 час 10 мин, белая — 40 мин
162	24/II	0 ¹⁰ —0 ⁵⁵	56°17'2 ю. ш. 26°28'0 з. д.	СВ—4 б. море—2—3б	Концентрация криля до 5 экз/м ²	Белая подводная лампа	
Между тра- ления- ми	27/II	22 ³⁰ —23 ⁰⁰	53°38'5 ю. ш. 36°19'5 з. д.	То же	2—5 экз/м ² . В зону освещения крыль поднимался снизу. Попадая в нее, уходил в теневой участок	То же	
171	28/II	1 ⁴⁰ —2 ³⁵	53°37'2 ю. ш. 36°20'5 з. д.	СВ—4 б. море — 2 б	Крыль менее 10 экз/м ²	Красная, белая подводные лампы	Красная лампа горела 20 мин, белая — 35 мин
174	2/III	22 ⁰⁰ —22 ²⁵	53°36'5 ю. ш. 37°08'0 з. д.	Южн. — 2 б море — 2 б	Криля нет	Белая подводная лампа	

УДК 639.28

НЕКОТОРЫЕ БИООКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОИСКА КРИЛЯ

И. К. Авилов, А. А. Елизаров, И. П. Канаева, Г. Н. Лавров

Одной из основных задач первой экспедиции научно-промыслового судна «Академик Книпович» явилось изучение распределения и поведения криля и выяснение возможности его промыслового использования. В связи с этим исключительно большое значение приобрела методика его поиска.

Имеющиеся литературные материалы по существу не давали возможность получить достаточно исчерпывающий ответ по методике поиска криля. Монография Марра (1962) касалась главным образом биологии криля. Ю. А. Иванов (1961) высказывал предположение об образовании больших концентраций зоопланктона в центрах стационарных и проходящих циклонов. Двухгодичная экспедиция АтлантНИРО на судне «Муксун» подробно охарактеризовала промысловые возможности небольшой части вод моря Скотия к северо-востоку от Земли Грейама, о-вов Шишкова и Мордвинова. Каких-либо методических вопросов, касающихся поиска криля, она не решила.

Тем не менее, опираясь на указанные исследования и данные по практике поиска китов, основной кормовой базой которых в антарктических водах является криль, а также учитывая многочисленные отечественные и зарубежные исследовательские работы теоретического плана, можно было наметить рабочую гипотезу по методике поиска криля.

В основу было положено предположение, что криль в летнее время — время откорма (нагула) — должен концентрироваться в зоне интенсивного развития фитопланктона. Последний же обычно располагается в полосе подъема вод, богатых биогенными элементами, причем наибольшая концентрация фитопланктона наблюдается в зонах небольших течений. Подъем вод тесно связан с динамикой, которая в значительной мере обуславливается рельефом дна.

Практика экспедиции судна «Академик Книпович» в основном подтвердила правильность намеченной методики поиска криля.

На первом этапе исследования был выполнен меридиональный разрез через моря Скотия от восточного островного склона Фолклендских островов к западной оконечности Южных Оркнейских островов, который позволил определить границы размещения крупных подводных хребтов и местоположение зоны взаимодействия вод морей Беллинсгаузена и Уэдделла.

Опираясь на эти данные и рабочую гипотезу поиска криля, для более детального обследования был намечен район к востоку и северо-востоку от Южных Оркнейских островов, расположенный с подветренной стороны по отношению к господствующим ветрам и течениям. Здесь должны были существовать условия, благоприятные для развития фитопланктона, должны были иметь место круговороты с небольшими горизонтальными скоростями и усиленным вертикальным обменом вод, где возможны скопления криля. Эти предположения оправдались.

Для выявления более четких связей концентраций криля с океанологическими условиями была проведена микросъемка участка моря Скотия к северо-востоку от Южных Оркнейских островов почти до максимальных глубин впадины, окаймляющей островной склон. В работу входили измерения глубины, измерения температуры воды термобатиграфом и при помощи глубоководных термометров гидрохимические определения и сбор планктона и фитопланктона.

Результаты показали, что промысловые концентрации криля располагались в районе свала глубин (до 2000 м), в участках с ярко выраженным слоем скачка температуры, в зоне взаимодействия вод морей Беллинсгаузена и Уэдделла, четко выделяющейся по содержанию кремния (большие горизонтальные градиенты кремния).

Основываясь на полученных данных, были также обнаружены концентрации криля около подводных возвышенностей, лежащих к востоку от Южных Оркнейских островов на пути к Южным Сандвичевым островам и к северо-востоку от о. Южная Георгия. В последнем районе были обнаружены наиболее мощные скопления криля и связь между упомянутыми океанологическими условиями, включая и рельеф дна. Отмечено также было крайне устойчивое положение концентраций криля, несмотря на резкие изменения погодных условий.

Таким образом, на первом этапе поиска, как показал опыт наших работ, после выбора района необходим глубокий анализ рельефа дна, а при отсутствии данных по рельефу должна быть организована его съемка. Затем должны следовать гидрологические, гидрохимические и гидробиологические исследования в требуемом объеме.

В период работы экспедиции скопления криля были обнаружены как в районах цветения воды (юго-восточная часть морей Скотия и Уэдделла), так и в районах с малой биомассой фитопланктона (район о. Южная Георгия). В юго-восточной части моря Скотия наибольшие скопления криля за редкими исключениями оказались приуроченными к районам со средней биомассой фитопланктона от 1,0 до 5,0 мл/м³. В районах с биомассой фитопланктона ниже 0,5 мл/м³ и превышающей 5,0 мл/м³ чаще всего скопления криля отсутствовали. Таким образом, в районах откорма криля биомасса фитопланктона 1,0—5,0 мл/м³, по всей вероятности, может служить дополнительным показателем при поиске скоплений криля.

На втором этапе поиска должны проводить работы, связанные с непосредственным поиском скоплений криля. Они осуществляются двумя путями — визуальными наблюдениями с мачты и с помощью акустических приборов. Основная цель визуальных наблюдений — обнаружение скоплений криля на поверхности моря, т. е. пятен криля. При эхолотировании криля важно научиться точно отличать его концентрации от скоплений других живых организмов — прежде всего сальп, медуз и т. п.

Основной прибор поиска криля — рыбопромысловый эхолот «Кальмар», регистрирующий скопления криля в вертикальной плоскости под килем судна, определяющий расстояния до косяков, глубины их залегания и протяженность косяков в метрах.

Для наблюдения использовали самописец, на ленте которого просматривались скопления на глубинах от 5 до 150 м.

Следует отметить, что наиболее четкие, чаще встречающиеся записи были на глубинах от 5 до 50 м. О работе эхолота «Кальмар» заметим следующее. Поиск вели на первом и втором диапазонах 0—200, 0—300 м. Усиление выбирали номинальное, ручку потенциометра «усиление» устанавливали в положение 6,5—7,0 делений по лимбу. Дальность посылок брали минимальную (0,1—0,5 м/сек).

Характер записей криля можно разделить на несколько видов. Отдельные косяки разной плотности и протяженности. Косяки криля в этом случае находятся на глубине от 13 до 50 м, протяженность изменяется от 5 до 100 м.

Криль наблюдается плотным слоем на одном определенном горизонте (в феврале в районе Южных Оркнейских островов такой слой наблюдался на глубине 22—23 м на протяжении более 300 м).

Неплотный разрозненный слой криля на определенной глубине (например, 25 м).

Как уже говорилось ранее, помимо записей криля, могут встречаться записи во многом похожие на крилевые — это записи сальп. Иногда можно видеть одновременную запись криля и сальп на разных глубинах. Криль пишется ближе к поверхности на глубине 8—20 м. Под слоем криля держится плотный слой сальп.

Рыбопоисковый прибор «Палтус-М» при поиске и обнаружении криля горизонтальным трактом оказался малоэффективным. Во время работы прослушиваются и прописываются большие шумы поверхностной реверберации, закрывающей скопления криля. Плотные крилевые скопления на слух обнаруживали на расстоянии 400—500 м. Записи на самописце появлялись на расстоянии 270—300 м.

Большим неудобством при поиске и наблюдении за крилем является воздействие аппаратуры друг на друга. Посылочные импульсы «Палтус-М» и эхолотов НЭЛ-6 забивают слуховой канал «Кальмара», а на эхограммах самописца эти импульсы просматриваются в виде вертикальных штрихов. Таким образом, работа «Палтуса-М» при одновременной работе «Кальмара» или эхолота НЭЛ-6 практически невозможна.

ВЫВОДЫ

1. Работы судна «Академик Книпович» в море Скотия в феврале—марте 1965 г. показали, что основные концентрации криля приходятся на районы, расположенные с подветренной стороны островов и подводных возвышенностей (по отношению к направлению господствующих ветров и течений).

2. Поиску криля в определенном районе должны предшествовать или сопутствовать промеры глубин и океанографические наблюдения.

3. Конкретный поиск криля осуществляется путем визуальных наблюдений с салинга (поиск т. е. пятен криля) и регистрации подповерхностных скоплений на самописце «Кальмар».

4. На эхограммах можно отличать скопления криля от скоплений сорных организмов — сальп, медуз и т. п.

ЛИТЕРАТУРА

- Иванов Ю. А. О фронтальных зонах в антарктических водах, океанологические исследования. Изд-во АН СССР, М., 1961.
Marr J. The Natural History and Geography of the Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana), Discovery Reports, V. XXXII, 1962.

УДК 639.245.1

КИТЫ И ИХ ПРОМЫСЕЛ ВО ВТОРОМ СЕКТОРЕ АНТАРКТИКИ**Б. А. Зенкович**

Та часть Южного океана, в том числе и море Скотия, в которой проводила свои первые исследования научная экспедиция ВНИРО на судне «Академик Книпович», по промысловой терминологии носит название Второй промысловый сектор, или сектор Уэдделла. Этот сектор включает в себя обширный район между 0° и 60° з. д. и от кромки льда на юге до 40° ю. ш. на севере. Как и другие секторы Антарктики (их в настоящее время 6), Второй сектор разбит на 4 зоны по широте, носящие буквенное обозначение — *A*, *B*, *C* и *D*, причем зона *D* — это расстояние между 40° и 50° ю. ш., зона *A* — между 50° и 60° ю. ш., зона *B* — между 60° и 70° ю. ш. и зона *C* — южнее 70° ю. ш. Каждая зона, в свою очередь, разделена на квадраты. Для Второго сектора — это от первого до шестого квадрата, причем каждый квадрат занимает 10° по долготе и 10° по широте. Однако, так как зона *C* Второго сектора почти всегда покрыта льдами и промысловые суда сюда заходят редко, то в этом секторе насчитывается лишь 18 промысловых квадратов в зонах *A*, *B* и *D* (рис. 1).

Этот сектор назван в честь капитана Уэдделла, который первый проник в краевое море, названное также его именем, еще 20 февраля 1824 г. на долготу $34^{\circ}17'$ и достиг широты $74^{\circ}15'$. Он встретил необычайно свободное ото льда море и смог проникнуть так далеко на юг, как до него никто не проникал.

Во Втором секторе, в западной его части, находится цепь островов, ограничивающая значительную часть этого сектора, в том числе море Скотия с севера, востока и юга. Это Южные Сандвичевы, Южные Оркнейские, Южные Шетландские, Фолклендские острова и о. Южная Георгия. Все эти острова вулканического происхождения и большей частью (за исключением Фолклендских) покрыты льдом, но имеют заливы и бухты, которые сыграли значительную роль при организации в этих местах зверобойного и китобойного промыслов. Капитан Уэдделл проник в эти отдаленные от человеческих поселений места в поисках южных настоящих китов *Balaena australis* Desm., за которыми тогда охотились с помощью ручных гарпунов и вельботов, плавучей базой которым служили крепкие дубовые парусники в 300—400 т водоизмещения.

Эти острова служили также пристанищем для сотен парусных зверобойных судов, которые проникали сюда в поисках, в первую очередь,

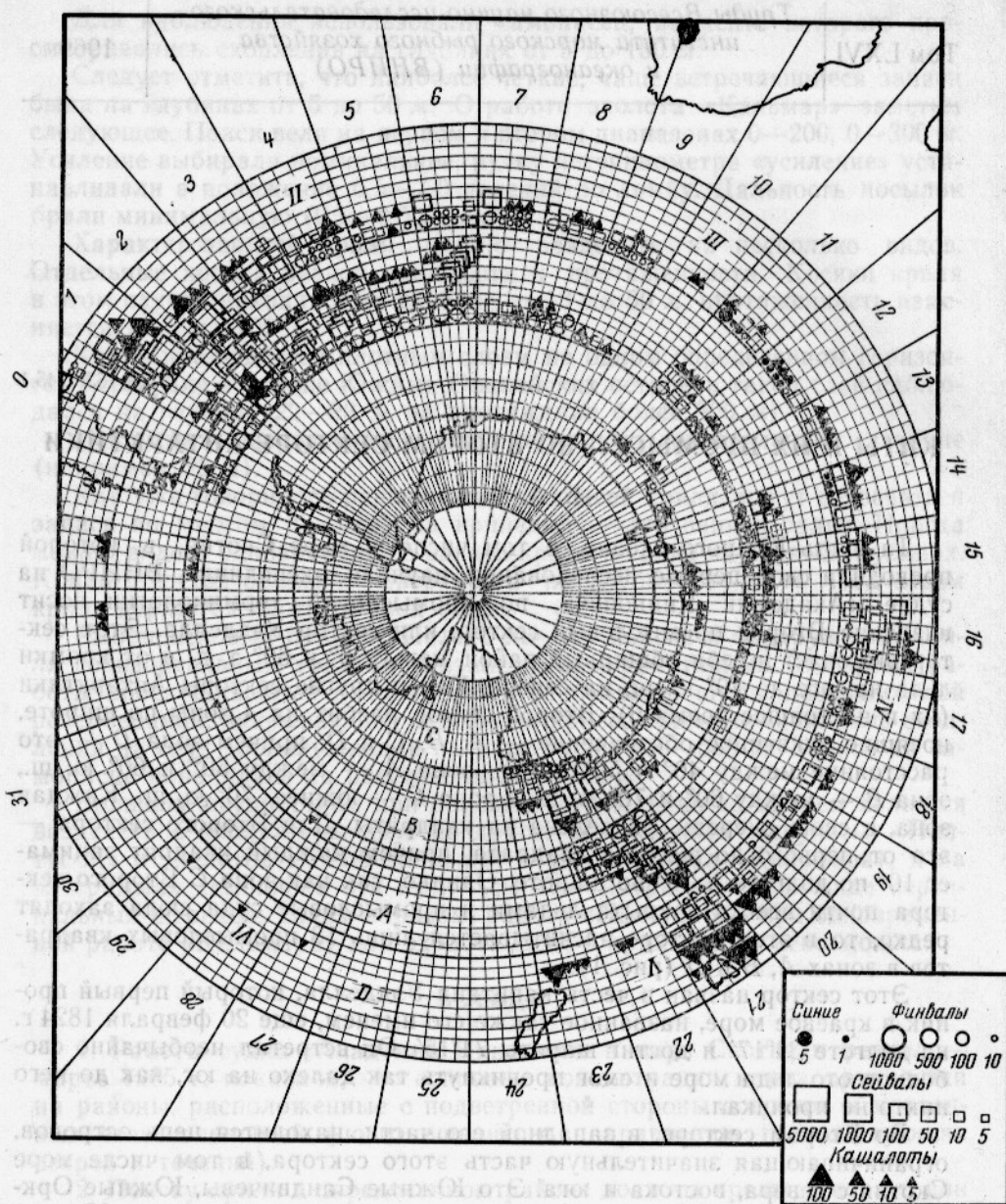


Рис. 1. Схема размещения добытых китов по зонам и квадратам Антарктики в сезон 1964/65 г.

южноамериканских морских котиков — *Arctocephalus australis* Zimm и морских слонов — *Mirounga leonina* L. Но котики были почти полностью истреблены еще задолго до прихода в эти места научных экспедиций. Такая же судьба постигла и морских слонов. За тюленями Антарктики — материка Антарктиды и паковых льдов — тюленями Уэдделла *Leptonychotes weddelli* Les., тюленями-крабоедами — *Lobodon carcinophagus* Hombr. and Jacq., тюленями-леопардами — *Hydrurga leptonyx* Blainv. и тюленями Росса *Ommatophoca rossi* Gray зверобой

времен парусного флота охотились редко, и поэтому они сохранились в значительном количестве и до настоящего времени, за исключением тюленей Росса, которых вообще мало.

Теперь точно известно, что китобойные и значительно раньше их зверобойные суда успели побывать, по-видимому, на всех островах Южного океана задолго до нанесения их на карты научными экспедициями. Промышленники держали в глубокой тайне места своего промысла, и теперь трудно установить, кто и что и когда открыл и освоил. Почти на всех островах обнаружены места давних становищ зверобоев, остатки инвентаря и построек.

Ф. Ф. Беллинсгаузен (1940), руководитель Первой русской научной экспедиции в Южный океан был первым, кто обратил внимание на большое количество китов в высоких широтах Южного океана. Он отметил, что «чем более мы шли в большие широты к сплошным льдам, тем более встречали китов, так что умножающееся появление оных предвещало нам близость льдов». Внимательный наблюдатель, он постоянно отмечает встречи с разными животными, и в его дневнике много записей о встрече с китами, причем он часто упоминает о «множестве китов», встреченных во время подхода к берегам Антарктиды. Так, 15 декабря 1819 г. он пишет: «Множество китов пускали фонтаны...» 19 декабря — «Киты пускали фонтаны» и так — день за днем. На $69^{\circ}6'24''$ ю. ш. и $15^{\circ}51'45''$ в. д., т. е. в районе Второго сектора, он вновь отмечает «множество китов, пускающих фонтаны, вблизи льда было еще больше». Эти наблюдения были проведены в январе и феврале 1820 г.; 7 и 9 февраля отмечается появление множества китов, то же и 13 февраля 1820 г. на $66^{\circ}53'17''$ ю. ш. и $38^{\circ}12'20''$ в. д. и так — день за днем.

Как известно, опубликованные результаты Первой русской научной экспедиции под начальством Ф. Ф. Беллинсгаузена и М. П. Лазарева на шлюпах «Восток» и «Мирный» были переведены почти на все иностранные языки и быстро стали известны не только ученым, но и промысловикам. О том, что предприимчивые китобойи уже через несколько лет после Первой русской экспедиции направились в Южный океан и сделали ряд открытий, довольно подробно рассказывается в книге Валло (1948) и в нашем очерке о промысле в Антарктике (1953).

Остановимся вкратце на высказываниях руководителя британской научной экспедиции в Антарктике Д. К. Росса, который писал, что «какое угодно количество судов, приходящих в эти воды, может наполнить свои трюмы в самый короткий срок». Правда, он плавал в III, IV и VI секторах Антарктики и так же, как и Беллинсгаузен, постоянно отмечал, что большое количество китов выплывало из-под длинных полей пакового льда, пускало положенное количество фонтанов и вновь уходило под лед. Моряков изумляли большие размеры китов. При этом было замечено, что вода в этих местах имела грязно-бурый оттенок.

Все эти наблюдения относились к началу и середине прошлого века. Но промысла китов полосатиков, к которым относились эти наблюдения, не было, и поэтому стада их к моменту организации первых промысловых китобойных экспедиций были не затронуты.

По ряду причин первые попытки организовать промысел вблизи архипелагов островов, в основном окружающих море Скоттия, окончились крупной неудачей: люди не были подготовлены работать в особо трудных климатических условиях Антарктики (потом стало известно, что Второй сектор является самым благоприятным для ведения промысла, с наибольшим количеством тихих и ясных дней, с наименьшим количеством штормового времени).

Только в сезоне 1904/05 г. был организован первый береговой комбинат на о. Южная Георгия, и с этого времени промысел стал быстро развиваться. В первом сезоне комбинат обслуживался только одним китобойным судном, которое добыло 11 синих китов — *Balaenoptera musculus* L., 4 финвала — *Balaenoptera physalus* L. и 180 горбатых китов — *Megaptera nodosa* Bonn., всего 195 китов; было получено 884 т жировой продукции. В следующем году небольшая плавучая база «Адмирален» и три китобойца начали промысел в районе Южных Шетландских островов. Добыли 51 синего кита, 104 финвала, 311 горбатых китов, 113 сейвалов — *Balaenoptera borealis* Les. и 3 кашалота — *Physeter catodon* L.

Во время промысла был исследован район, и китобои убедились в том, что китов много и есть полная возможность значительно расширить промысел. Дальнейшие наблюдения и результаты промысла подтвердили это: почти ежегодно добыча китов удваивалась, а флот вырос до 63 китобойных судов и 21 плавучей базы, работало до 7 береговых комбинатов, причем были заняты все удобные бухты на всех архипелагах. Так как первые плавучие базы не имели еще слипов для подъема китов, то вынуждены были разделять их за бортом при помощи специальных плотов и шлюпок. Это заставляло искать удобные заливы и бухты, защищенные от господствующих ветров и имеющие пресную воду. И при этой технике в первые 10 лет добыча китов превысила 10 тыс. голов в сезон, а выработка жира свыше 70 тыс. т. В следующее десятилетие основной промысел проводился в том же Втором секторе.

Нужно заметить, что плавучие базы укрывались от непогоды и особенно при разделке китов не только в бухтах и заливах островов, но и в паковых льдах. Только с постройкой на большинстве плавучих баз слипов для вытаскивания китов на палубу (это произошло примерно в сезон 1923/24 г., хотя слипы были изобретены еще в начале нашего столетия) плавучие базы перестали зависеть как от берегов, так и ото льдов, и начался современный пелагический промысел в открытом океане.

Второй сектор в настоящее время единственный, в котором ведется береговой и пелагический промысел китов. Выше уже упоминалось, что первая береговая станция стала работать в сезон 1904/05 г.; эта станция принадлежала Аргентине, но обслуживалась норвежцами. В следующем году стала работать первая плавучая база «Адмирален», которая принадлежала норвежской китобойной компании. Эта флотилия начала свои операции у берегов Южно-Шетландских островов.

В первые годы, когда не было правил, регулирующих промысел, охотились практически весь год. Здесь добывали южных, горбатых и синих китов и финвалов.

Чтобы точнее показать значение архипелагов и островов Второго сектора в развитии берегового промысла, мы даем результаты добычи китов у каждого архипелага островов, начиная со старейшего берегового района — о. Южная Георгия.

Как уже говорилось, у о. Южная Георгия промысел был начат в сезон 1904/05 г. и продолжается до настоящего времени. За время сезона с 1904/05 г. по 1964/65 г. в этом береговом районе было добыто всего 174 986 китов, в том числе 41 094 синих кита, 86 367 финвалов, 24 836 горбатых китов, 15 116 сейвалов, 3687 кашалотов и 3886 других китов. Было выработано 1 589 505 т только жировой продукции. На примере этого постоянно действующего уже в течение 60 лет берегового района можно проследить, как постепенно истреблялись отдельные виды китов, даже такие, как быстроплавающие синие киты, не говоря уже о медлительных горбатых китах. В первую очередь, как и повсюду, промысел

стал добывать горбатых китов, локальное стадо которых было истреблено в считанные годы.

На табл. 1 показаны результаты промысла китов у о. Южная Георгия с 1904 и по 1965 г. включительно. Из данных табл. 1 видно, что только в сезон 1910/11 г. здесь было добыто 6197 горбатых китов и в следующем сезоне 4247. После этого сезона горбатые киты становятся для района о. Южная Георгия только приловом.

После истребления горбатых китов китобои обратили внимание на синих китов, наиболее жирноносных и выгодных для промысла. Уже в сезон 1914/15 г. было добыто 2313 синих китов, в следующем сезоне 3026 и затем добыча их несколько уменьшилась. Но в сезон 1922/23 г. их было добыто 3569. Затем добыча снова несколько снижается, через год поднимается до 3512 голов, снова снижение добычи до 1927 голов и последний раз в сезон 1926/27 г. здесь было добыто 3689 синих китов и стадо стало истребляться; во все последующие годы такого количества синих китов в этом прибрежном районе больше не добывали, добыча из года в год падала, пока не стали добывать синих китов единицами. По существу прибрежный промысел истребил отдельную популяцию синих китов, пути миграции которых проходили вблизи о. Южная Георгия.

Как и повсюду, стали промысливать наиболее многочисленную и здесь популяцию финвалов. Должно заметить, однако, что только в одном сезоне 1925/26 г. было добыто 5709 финвалов. Во все остальные 59 сезонов их добывали меньше или значительно меньше.

В первые годы открытия промысла китов в водах Антарктики не было правил регулирования добычи китов, и это позволяло вести охоту круглый год. Нельзя не обратить внимания и на ту расточительность, которой сопровождался этот промысел: с кита снимали только верхний жировой покров и все остальное выбрасывали. Так дело вели десятки лет.

Самым любопытным является то, что киты в районе, в частности, моря Скоттия наблюдались значительными группами и зимой. В числе зимней добычи значатся настоящие гладкие или капские киты, синие и горбатые киты, финвалы и даже сейвалы и кашалоты.

У нас имеются опубликованные С. Ристингом (1922) сведения о добыче китов норвежскими китобоями в 1910—1918 гг., которые приведены в табл. 2. Из данных табл. 2 видно, что из общего количества добытых гладких капских китов в 312 голов 89, или 28,5%, было добыто в период с апреля по сентябрь; из 11 284 добытых синих китов 2067, или 18,3%, было добыто также с апреля по сентябрь. Зимой был добыт 3001 финвал — 25,0% общей добычи этих китов и 2135 горбатых китов — 12,2%. Изредка добывали даже сейвалов — 11 голов, или 8,3%, за этот период; однако все сейвалы добыты в период поздней осени — начале зимы, в апреле—июне, а в июне—сентябре в добыче они не значатся, тогда как все другие добывались во все зимние месяцы.

Сведения о пребывании того или иного количества китов в разных секторах в зимние месяцы поступали от разведочных судов китобоев, от зверобоев и от научных экспедиций. Часто этих китов наблюдали у кромки паковых льдов, почему было принято даже специальное название таких китов — «ледовые киты». Но в таком количестве, при котором был возможен промысел, киты встречались лишь во втором секторе, вблизи архипелагов островов. Если принять во внимание низкие температуры зимних месяцев и частые штормы, при наличии которых за 9 зимних сезонов было добыто 7328 китов всех встречающихся здесь видов, т. е. 17,7% всей добычи за эти сезоны, то можно говорить об обилии китов в течение круглого года в начальный период развития промысла.

Киты и их промысел на о. Южная Георгия

Таблица 1

Сезон	Виды добытых китов и их процентное соотношение															Жирова- я про- дук- ция, т	Материальная база			Лобыха китов на 1 кито- боек, т	Жировая продукция на 1 кито- бой, т
	синие	%	фин- валы	%	горбачи	%	сей- валы	%	каша- лоты	%	глад- кие	%	дру- гие	%	всего		бере- говые стан- ции	плав- базы	кито- бойцы		
1904/05 г.	11	5,6	4	2,1	180	92,3	—	—	—	—	—	—	—	—	195	884	1	—	1	195	884
1905/06 г.	27	6,8	68	17,0	288	72,2	—	—	—	—	16	4,0	—	—	399	2040	1	—	2	200	1020
1906/07 г.	20	6,2	53	16,5	240	74,8	—	—	—	—	8	2,5	—	—	321	1994	1	—	2	160	997
1907/08 г.	4	0,3	4	0,3	1281	92,7	—	—	—	—	93	6,7	—	—	1382	6742	2	—	7	197	963
1908/09 г.	10	0,5	20	1,0	1841	94,9	—	—	1	—	68	3,6	—	—	1940	8229	2	—	8	242	1028
1909/10 г.	26	0,7	58	1,65	3391	96,4	—	—	4	0,1	37	1,05	—	—	3516	17734	4	2	17	207	1043
1910/11 г.	76	1,2	168	2,6	6197	95,0	—	—	—	—	79	1,2	—	—	6520	32192	4	4	19	343	1694
1911/12 г.	298	4,6	516	7,9	5635	86,2	—	—	4	—	82	1,3	—	—	6535	36084	4	5	21	311	1718
1912/13 г.	317	6,5	2157	44,5	2360	48,7	—	—	9	0,2	6	0,1	1	—	4850	33441	4	6	21	231	1592
1913/14 г.	940	28,1	1716	51,2	512	15,3	94	2,8	21	0,6	66	2,0	—	—	3349	30003	5	2	21	159	1428
1914/15 г.	2313	45,4	1940	38,1	823	16,1	—	—	1	—	20	0,4	—	—	5097	45986	5	3	22	231	2090
1915/16 г.	3026	41,1	2744	37,3	1578	21,4	—	—	1	—	12	0,2	—	—	7361	58866	6	2	28	263	2102
1916/17 г.	2440	54,6	1606	35,9	378	8,4	—	—	35	0,8	12	0,3	—	—	4471	45616	6	2	32	139	1425
1917/18 г.	1874	58,4	1144	35,8	60	2,0	49	1,5	37	1,15	35	1,15	—	—	3199	34425	6	1	32	100	1075
1918/19 г.	1160	41,55	1530	54,8	68	2,45	7	0,2	18	0,7	9	0,3	—	—	2792	25210	5	—	28	100	900
1919/20 г.	987	34,8	1673	59,1	79	2,8	71	2,5	8	0,3	14	0,5	—	—	2832	24995	6	—	26	109	961
1920/21 г.	856	32,25	2643	71,8	103	2,8	36	1,0	31	0,8	13	0,35	—	—	3682	30113	5	—	21	175	1434
1921/22 г.	2570	75,7	710	20,9	9	0,25	103	3,05	3	0,1	—	—	—	—	3395	42337	5	—	20	170	2117
1922/23 г.	3569	66,5	1445	26,95	320	6,0	10	0,2	19	0,35	—	—	—	—	5363	59084	5	1	23	233	2569
1923/24 г.	1927	52,6	1378	37,6	120	3,3	191	5,2	49	1,3	—	—	—	—	3665	42069	5	1	23	160	1829
1924/25 г.	3512	60,4	2019	34,7	262	4,5	1	—	24	0,4	—	—	—	—	5818	69050	5	1	24	242	2877
1925/26 г.	1855	23,7	5709	72,95	236	3,0	13	0,15	12	0,15	—	—	—	—	7825	68758	5	1	23	340	2989
1926/27 г.	3689	70,75	1144	21,9	—	—	365	7,0	17	0,3	—	—	—	—	5215	70940	5	1	23	227	3084
1927/28 г.	2125	58,4	1357	37,3	—	—	95	2,6	60	1,65	—	—	—	—	3637	51592	5	1	23	158	2243
1928/29 г.	1560	30,4	3130	61,0	15	0,3	396	7,7	31	0,6	—	—	—	—	5132	59267	5	1	23	223	2577
1929/30 г.	488	11,7	3396	81,1	46	1,1	216	5,15	39	0,9	—	—	—	—	4186	42154	5	—	27	155	1561
1930/31 г.	1085	39,9	1416	51,7	66	2,4	144	5,2	24	0,8	1	—	—	—	2736	31949	5	—	27	101	1183
1931/32 г.	438	19,85	1735	78,7	6	0,25	16	0,7	10	0,45	—	—	—	—	2205	20775	2	—	12	184	1731
1932/33 г.	267	26,8	727	73,0	—	—	2	0,2	—	—	—	—	—	—	996	9279	1	—	6	166	1546
1933/34 г.	536	22,7	1728	73,1	92	3,9	—	—	7	0,3	—	—	—	—	2363	22472	2	—	12	197	1873
1934/35 г.	556	35,3	836	53,1	37	2,3	125	8,0	21	1,3	—	—	—	—	1575	18384	2	—	10	158	1838
1935/36 г.	1221	68,4	520	29,1	41	2,3	—	—	3	0,2	—	—	—	—	1785	24341	2	—	10	179	2434
1936/37 г.	121	6,8	1079	61,4	17	1,0	471	26,8	70	4,0	—	—	—	—	1758	13877	2	—	12	147	1156

Сезон	Виды добытых китов и их процентное соотношение															Жиро- вая продук- ция, т	Материальная база			Добыча китов на 1 кито- боек, т	Жировая продукция на 1 кито- бой, т
	синие	%	фин- валы	%	горбачи	%	сей- валы	%	каша- лоты	%	глад- кие	%	дру- гие	%	всего		бере- говые стан- ции	плав- базы	кито- бойцы		
1937/38 г.	97	5,15	1552	82,25	40	2,1	155	8,2	43	2,3	—	—	—	—	1887	15345	2	—	12	157	1279
1938/39 г.	232	13,85	1307	78,0	—	—	19	1,15	117	7,0	—	—	—	—	1675	18953	2	—	11	152	1723
1939/40 г.	88	7,4	937	78,7	—	—	80	6,7	85	7,1	—	—	1	0,1	1191	11013	2	—	12	99	918
1940/41 г.	7	0,8	747	86,1	—	—	88	10,1	26	3,0	—	—	—	—	868	7565	1	—	5	173	1513
1941/42 г.	59	4,15	1189	83,4	16	1,1	52	3,65	109	7,65	—	—	—	—	1425	13229	2	—	12	119	1102
1942/43 г.	125	12,5	776	77,8	—	—	73	7,3	24	2,4	—	—	—	—	998	8663	1	—	6	166	1444
1943/44 г.	28	2,9	632	65,7	4	0,4	197	20,5	101	10,5	—	—	—	—	962	8500	1	—	7	137	1214
1944/45 г.	128	9,9	987	76,1	60	4,6	76	5,9	45	3,5	—	—	—	—	1296	12842	1	—	7	185	1834
1945/46 г.	80	4,2	1456	76,1	238	12,4	82	4,3	57	3,0	—	—	—	—	1913	13409	3	—	16	120	838
1946/47 г.	327	12,8	1670	65,5	28	1,1	391	15,3	133	5,2	—	—	1	0,05	2550	24704	3	—	18	142	1372
1947/48 г.	46	1,55	2142	72,6	24	0,8	609	20,65	128	4,35	—	—	—	—	2949	27778	3	—	21	140	1323
1948/49 г.	226	7,7	1922	65,35	18	0,6	562	19,1	213	7,25	—	—	—	—	2941	29273	3	—	21	140	1394
1949/50 г.	14	0,4	1999	59,15	26	0,8	1183	35,0	157	4,65	—	—	—	—	3379	25011	3	—	21	161	1191
1950/51 г.	82	2,9	1982	70,35	8	0,3	519	18,4	226	8,00	—	—	—	—	2817	25703	3	—	21	134	1224
1951/52 г.	6	0,2	2007	75,4	10	0,4	498	18,7	141	5,3	—	—	—	—	2662	24544	3	—	21	127	1169
1952/53 г.	4	0,2	1670	71,7	9	0,4	498	21,4	147	6,3	—	—	—	—	2328	20400	3	—	21	111	971
1953/54 г.	13	0,35	2673	73,15	11	0,3	778	21,3	179	4,9	—	—	—	—	3654	31422	3	—	21	174	1496
1954/55 г.	13	0,4	2746	84,1	2	0,05	423	12,95	82	2,5	—	—	—	—	3266	30730	3	—	21	156	1463
1955/56 г.	3	0,1	2669	87,5	—	—	284	9,3	93	3,1	—	—	—	—	3049	29302	3	—	21	145	1395
1956/57 г.	7	0,2	2057	65,8	—	—	980	31,3	84	2,7	—	—	—	—	3128	25172	3	—	21	149	1198
1957/58 г.	6	0,2	2251	66,1	—	—	924	27,1	225	6,6	—	—	—	—	3406	29143	2	—	20	150	1457
1958/59 г.	1	0,05	1291	51,1	—	—	1019	40,35	215	8,5	—	—	—	—	2526	17411	3	—	21	120	829
1959/60 г.	9	0,4	1160	49,7	—	—	1075	46,1	89	3,8	—	—	—	—	2333	16583	3	—	21	111	789
1960/61 г.	4	0,2	1387	59,8	—	—	792	34,2	134	5,8	—	—	—	—	2317	18654	3	—	16	138	1166
1961/62 г.	—	—	661	55,4	—	—	447	37,4	86	7,2	—	—	—	—	1194	8469	1	—	8	149	1058
1962/63 г.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1963/64 г.	—	—	552	54,1	—	—	409	40,0	60	5,9	—	—	—	—	1021	7018	2	—	16	128	438
1964/65 г.	—	—	503	43,7	—	—	506	44,0	141	12,3	—	—	—	—	1150	7787	2	—	5	—	—

Добыча китов у о. Южная Георгия за 1910—1918 гг.

Виды китов	Октябрь—март		Апрель—сентябрь		Октябрь—декабрь		Январь—март	
	всего	%	всего	%	всего	%	всего	%
Гладкие	122	39,1	45	14,4	7	2,3	94	30,1
Синие	496	4,4	195	1,7	3162	28,0	5559	49,3
Финвалы	2120	17,7	721	6,0	3197	26,7	3673	30,6
Горбачи	12650	72,1	1542	8,8	1478	8,4	1280	7,3
Сейвалы	—	—	—	—	—	—	132	92,3
Кашалоты	10	9,2	3	2,8	54	50,0	19	17,6
Другие	1	100,0	—	—	—	—	—	—
Итого...	15399	37,2	2506	6,0	7898	19,1	10757	26,0

Виды китов	Апрель—июнь		Июль—сентябрь		Лето		Добыча по сезонам (лето и зима)		
	всего	%	всего	%	X—III	%	зима IV—IX	%	всего китов
Гладкие	40	12,8	4	1,3	223	71,5	89	28,5	312
Синие	1313	11,6	559	5,0	9217	81,7	2067	18,3	11284
Финвалы	1914	16,0	366	3,0	8990	75,0	3001	25,0	11991
Горбачи	588	3,4	5	—	15408	87,8	2135	12,2	17543
Сейвалы	11	7,7	—	—	132	92,3	11	7,7	143
Кашалоты	14	13,0	8	7,4	83	76,9	25	23,1	108
Другие	—	—	—	—	1	100,0	—	—	1
Итого...	3880	9,4	942	2,3	34054	82,3	7328	17,7	41382

Киты в водах с низкими температурами находятся лишь в период, когда они не участвуют в размножении: это либо молодые киты, либо отдыхающие после выкармливания детенышей, и в том и в другом случае интенсивно питающиеся. Следовательно, и зимой в этом районе должно быть обилие пищи.

При обилии синих китов, финвалов и горбатых китов китобой о. Южная Георгия мало обращали внимания на добычу сейвалов и кашалотов и только с оскудением запасов стали охотиться и на этих китов. Это случилось в сороковые годы, хотя, например, в сезон 1926/27 г. здесь было добыто 365 сейвалов — цифра немалая для этих лет, а в сезон 1928/29 г. даже 396 сейвалов.

Только со второй половины пятидесятых годов сейвалы заняли стабильное место в промысле о. Южная Георгия.

Еще в меньшем количестве вылавливались кашалоты, которых стали добывать регулярно лишь в последние два десятилетия, однако редко в количестве свыше 100 и 200 голов.

В сезон 1964/65 г. китобой о. Южная Георгия (японцы) добыли 503 финвала, 506 сейвалов и 141 кашалот.

Южная Шетландия. В этом береговом районе китобой вели промысел с сезона 1905/06 г. и по 1926/27 г. За 22 сезона здесь было добыто 69 320 китов, в том числе 23 957 синих китов, 31 041 финвал, 10 158 горбатых китов, только 103 сейвала и 106 кашалотов и 3965 китов, виды которых нам неизвестны. Известно лишь, что это были усатые киты,

Китобойный промысел у Южных Шетландских островов
с сезона 1905/06 г. по сезон 1926/27 г.

Сезон	Виды добытых китов							Жировая продукция, т	Материальная база			Добыча на 1 китобоец	
	синие	фин- валы	горбачи	сей- валы	каша- лоты	другие	всего		береговые станции	плавбазы	китобойцы	китов	жировой продукции, т
1905/06 г.	24	36	23	97	3	—	183	714	—	—	2	91	357
1906/07 г.	—	—	—	—	—	791	791	2720	—	—	6	132	453
1907/08 г.	—	—	—	—	—	930	930	3587	—	—	8	116	448
1908/09 г.	243	250	1246	—	—	4	1743	5967	—	—	9	194	663
1909/10 г.	138	358	1481	—	—	20	1997	6970	—	4	12	166	581
1910/11 г.	306	487	2027	—	—	502	3322	15911	—	9	22	151	723
1911/12 г.	892	1727	2174	—	—	20	4813	25291	—	10	30	160	843
1912/13 г.	1761	2300	976	—	—	7	5044	34629	1	12	32	158	1082
1913/14 г.	1637	2337	1038	—	—	247	5259	38987	1	12	32	164	1218
1914/15 г.	1796	1679	656	—	—	2	4133	35179	1	11	32	129	1099
1915/16 г.	1845	2358	219	—	4	5	4431	36131	1	9	29	153	1246
1916/17 г.	1380	602	21	—	—	—	2003	16235	—	4	12	167	1353
1917/18 г.	397	627	71	6	—	13	1114	9515	—	5	16	70	595
1918/19 г.	641	1261	81	1	—	11	1995	16558	—	6	22	91	753
1919/20 г.	887	1540	182	—	—	—	2609	21384	—	6	18	145	1188
1920/21 г.	1761	2848	157	—	—	—	4766	36293	1	8	26	183	1396
1921/22 г.	1846	1782	—	—	—	—	3628	34591	1	8	26	139	1330
1922/23 г.	2038	1994	188	—	4	—	4224	43078	1	11	35	121	1231
1923/24 г.	1384	1565	100	2	17	12	3080	30999	1	11	35	88	886
1924/25 г.	1593	2016	97	—	35	—	3741	40077	1	10	33	113	1214
1925/26 г.	2151	2396	110	3	24	—	4684	50148	1	11	35	134	1433
1926/27 г.	1327	3396	94	—	19	—	4836	46364	1	11	35	138	1325
Всего...	24047	31559	10941	109	106	2564 *	69326	551328					

* В том числе 97 гладких.

причем в большей своей части горбачи. От этих китов было получено 551 328 т только жировой продукции. В отличие от о. Южная Георгия, где плавучие базы базировались на побережье лишь в первые сезоны, причем только в первом десятилетии их было 4—6, а затем в двадцатые годы лишь одна, у архипелага Южной Шетландии почти во все сезоны работали 10—12 плавучих баз и не каждый сезон одна береговая станция (табл. 3).

Южные Оркнейские острова. У этих островов вели промысел лишь плавучие базы, которые отстаивались в некоторых удобных бухтах и обрабатывали добываемых китов. Осваивать эти промысловые места начали в сезон 1911/12 г., причем добывали синих китов, финвалов и горбатых китов. Очень редко наблюдали и добывали настоящих капских китов.

Плавучие базы были по существу береговыми, и даже в статистику пелагического промысла их деятельность не попала вплоть до сезона 1929/30 г., когда и эти базы расширили ареал своей деятельности. За 11 сезонов у Оркнейских островов было добыто всего 5520 китов, в том числе 1948 синих, 3162 финвала, 405 горбатых, 4 капских и 1 кашалот. От этих китов было получено 50 723 т только жировой продукции (табл. 4).

Таблица 4

Промысел китов у Южных Оркнейских островов

Сезон	Виды добытых китов						Жировая продукция, т	Материальная база		
	синие	финвалы	горбачи	сейвалы	кашалоты	южные		береговые станции	плавучие базы	китобойщи
1909/10 г.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1910/11 г.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1911/12 г.	71	78	127	—	—	—	276	1360	2	3
1912/13 г.	199	442	138	—	—	—	779	4425	3	6
1913/14 г.	29	480	109	—	—	3	621	3697	3	6
1914/15 г.	94	275	10	—	—	—	379	2380	1	3
1922/23 г.	76	238	9	—	—	—	323	2311	1	2
1923/24 г.	210	82	3	—	—	—	295	2987	1	3
1924/25 г.	190	312	—	—	—	—	502	3964	1	3
1925/26 г.	44	573	4	—	1	1	623	4598	1	3
1926/27 г.	284	301	4	—	—	—	589	7140	1	3
1927/28 г.	299	280	1	—	—	—	580	7635	1	3
1928/29 г.	452	101	—	—	—	—	553	10226	1	3
Всего...	1948	3162	405	—	1	4	5520	50723	—	—

Нужно заметить, что пелагические флотилии почти ежегодно подходят к этим островам и в наши дни и, как правило, имеют удовлетворительную добычу.

Фолклендские острова. В этом районе с 1909/10 г. по 1914/15 г. работала одна береговая станция. За 6 сезонов было добыто 1379 китов, в том числе только 13 синих и 1 капский кит, 139 финвалов, 179 горбачей и 689 сейвалов. Кроме того, добыто 358 китов, видовую принадлежность которых нам не удалось установить, известно лишь, что это были сейвалы и финвалы. От этих китов было получено 5247 т жировой продукции (табл. 5).

Результаты берегового промысла китов у всех архипелагов Второго сектора приведены в табл. 6.

Таблица 5

Промысел китов у Фолклендских островов (Антарктика)

Сезон	Виды добытых китов							Жировая продукция, т	Материальная база		
	синие	финвалы	горбачи	сейвалы	кашалоты	другие	всего		береговые станции	плавающие базы	китобойцы
1909/10 г.	8	15	94	346	—	—	463	1492	1	—	5
1910/11 г.	2	25	70	195	—	—	292	960	1	—	5
1911/12 г.	—	—	—	—	—	103 *	103	412	1	—	4
1912/13 г.	—	36	8	43	—	—	87	362	1	—	3
1913/14 г.	3	63	7	105	—	1 **	179	763	1	—	4
1914/15 г.	—	—	—	—	—	255 *	255	1258	1	—	4
Всего . . .	13	139	179	689	—	359	1379	5247	—	—	—

* Большой частью это сейвалы и финвалы.

** Южный настоящий кит.

Таблица 6

Береговой промысел китов во II промысловом секторе Уэдделла с сезона 1904/05 г. по сезон 1964/65 г.

Место промысла	Виды добытых китов							Всего китов	Добыто условных синих китов, шт.	Жировая продукция, т
	синие	финвалы	горбачи	сейвалы	кашалоты	южные гладкие	другие			
О. Южная Георгия	41509	87298	26775	15124	3699	571	3	174979	98388,6	1589505
Фолклендские острова	13	139	179	689	—	1	358	1379	268,9	5247
Южные Оркнейские острова	1948	3162	405	—	1	4	—	5520	3691,0	50723
Южные Шетландские острова	24047	31559	10941	109	106	98	2466	69326	44221,1	551328
Всего . . .	67517	122158	38300	15922	3806	674	2827	251204	146569,6	2196803

ПЕЛАГИЧЕСКИЙ ПРОМЫСЕЛ

Чисто пелагический промысел во Втором секторе с полным отрывом от архипелагов островов начался лишь в конце двадцатых — начале тридцатых годов. Стимулом для перехода на новый метод работы послужило то обстоятельство, что китов вблизи архипелагов стало значительно меньше и страны, которым принадлежали эти острова, начали вводить правила, регулирующие промысел. К тому же фискальные органы островов начали собирать пошлину с каждой тонны жира. На моря за пределами трехмильной береговой зоны ничья юрисдикция не распространялась.

Большое значение имело еще и то обстоятельство, что разведочные рейсы поисковых судов показали наличие значительного количества очень крупных китов тех же видов, что промыслили у архипелагов островов в открытом море и на дальнем юге. Вспомнили и слова

Ф. Ф. Беллинсгаузена, что чем ближе к материку Антарктиды, тем больше китов. Эти указания нашего великого соотечественника блестяще оправдались всем дальнейшим ходом промысла.

В нашем распоряжении имеются точные сведения о пелагическом промысле усатых китов во Втором промысловом секторе, начиная с 1931/32 г. вплоть до последнего сезона 1964/65 г. За эти 28 сезонов (во время второй мировой войны пелагический флот здесь не работал) во Втором секторе было добыто 209 201 кит — 27,7% всего количества усатых китов, добытых за этот же период в Антарктике пелагическим флотом. В числе их было синих китов — 32 889, или 18,1% всей добычи этих китов, финвалов 149 244, или 30,14%, горбатых китов 1309, или 4,6%, сейвалов 26 159, или 50,6%. В пересчете на условных синих китов — это составит 112 478 условных синих китов, или 25,0% добычи в Антарктике. Было получено 2 419 004 т только жировой продукции — 27,5% при затрате на промысел 143 233 усилий — 28,7% всего времени или усилий (табл. 7).

В первые годы своего существования пелагический промысел начинался в октябре, по-видимому, со второй половины октября, так как добыча в этом месяце обычно была невелика. Ранее мы уже говорили, что практически киты встречаются во все месяцы года, однако зимой в значительно меньшем числе.

В дальнейшем, в связи с международными и другими соглашениями, сроки начала промысла переносились на ноябрь, декабрь и даже январь.

Нам теперь точно известно, что во Второй сектор мигрируют киты, которые проводят зимние месяцы в водах теплой зоны Атлантического океана и теплой зоны Тихого океана: это показали материалы мечения (Brown, 1954, 1962). Следовательно, по крайней мере, представители двух локальных групп китов могут встречаться в водах Второго сектора (рис. 2).

В последние сезоны промысел в этом секторе начинается 12 декабря и флотилии продвигаются с севера на юг и юго-запад, от района Буве по направлению к Южным Сандвичевым островам и южнее, часто до пакового льда. Некоторые флотилии идут на запад к Южным Оркнейским и Южным Шетландским островам. Иногда они заходят даже в море Уэдделла, если этому благоприятствует ледовая обстановка.

Следует заметить, что некоторые флотилии встречали поздней осенью значительные группы финвалов у кромки льда моря Уэдделла, причем киты шли с юга. По-видимому, какая-то часть китов имеет возможность проходить в полыньи моря Уэдделла еще весной или в начале лета. Все передвижения флотилий предпринимаются собразуясь с наличием китов, которое определяется данными разведочных судов и общими условиями погоды. Однако при всех передвижениях судов они обычно обязательно проходят через море Скотия и ведут в нем промысел. В течение последних двух сезонов 1963/64 г. и 1964/65 г. в море Скотия — это 1-4-й квадраты зоны А — было добыто значительное количество китов — более 10 тыс. сейвалов и свыше 2 тыс. финвалов, причем почти все киты были добыты во второй половине лета — январе и феврале.

СООБРАЖЕНИЯ О ЗАПАСАХ КИТОВ ВО ВТОРОМ СЕКТОРЕ УЭДДЕЛЛА

Синие киты до очень недавнего времени в этом секторе наблюдались значительными группами; встреча с ними в течение последних пяти сезонов — явление исключительно редкое. В этом самом старом районе промысла стада китов эксплуатируются с сезона 1904/05 г. до 1964/65 г.; за этот период было добыто не менее 100 406 синих китов,

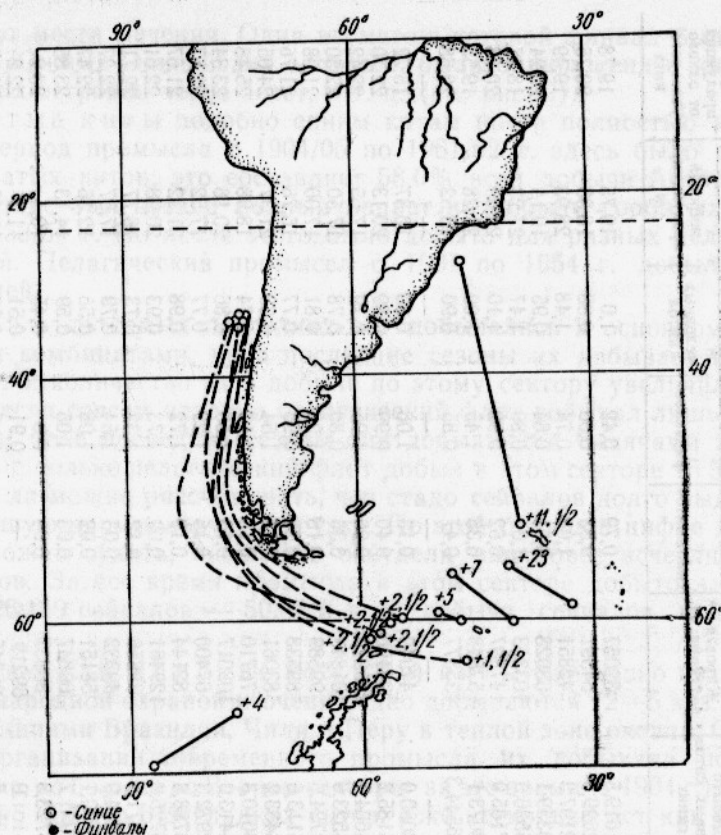


Рис. 2. Результаты мечения китов (по Р. Кларку и С. Брауну) для Второго сектора Антарктики.

Цифры показывают количество лет, в течение которых метки находились в тушах китов; крест + место убоя кита и обнаружения метки.

или 30,3% от числа добытых во всей Антарктике. Синие киты здесь настолько истреблены, что, судя по данным наблюдений, это исчезнувший вид для этой части Антарктики. Возможно, что из теплой зоны Тихого и Атлантического океанов еще могут зайти сюда небольшие группы синих китов, но теперь это непромысловый вид. Запрет на промысел синих китов введен только два года тому назад, и это слишком запоздалая мера.

Финвалы, как и повсюду, во Втором секторе более многочисленный вид: за эти же годы было добыто 271 402 финвала — 41,0% добычи этих китов в Антарктике. Добыча их продолжается, и она высока даже в последнем сезоне — 1964/65 г., — когда был добыт 5031 финвал, в том числе пелагическим флотом 4528 и береговым 503. Данные, полученные в результате мечения, показали, что в этом секторе добываются финвалы, помеченные в восточной части Тихого океана и в западной части Атлантического океана. Данные мечения показывают также и то, что многие киты постоянно приходят во Второй сектор: получена, например, метка, которую финвал носил в себе 23 года, причем он был добыт

Пелагический промысел усатых китов во Втором секторе
(60° з. д. — 0°) (Антарктика)

Сезон	Затрата усилий	Виды добытых китов				Всего	Добыто условных китов синих	Жировая продукция, т	Добыча на усилие				Жировая продукция от одного условного кита
		синие	финвалы	горбачи	сейвалы				синих китов	финвалов	условных китов	жировой продукции, т	
1931/32 г.	1623	1276	675	15	—	1966	1619,5	32057	0,79	0,42	1,0	19,75	19,78
1932/33 г.	2977	1730	1773	32	—	3535	2629,3	54591	0,53	0,60	0,88	18,33	20,75
1933/34 г.	1481	1601	1103	112	—	2816	2197,3	42851	1,08	0,74	1,48	28,93	19,49
1934/35 г.	3553	2183	2260	57	140	4640	3359,1	68028	0,61	0,64	0,95	19,14	20,24
1935/36 г.	3795	3791	3379	288	2	7460	5596,0	103363	1,0	0,89	1,47	27,23	18,47
1936/37 г.	6518	4064	6002	244	19	10329	7165,9	147897	0,62	0,92	1,10	22,69	20,63
1937/38 г.	7415	2565	10767	309	6	13647	8073,1	157848	0,35	1,45	1,09	21,28	19,55
1938/39 г.	7307	3450	6183	—	2	9640	6544,3	135377	0,47	0,85	0,90	18,52	20,68
1940/45 г.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1945/46 г.	4624	599	4901	—	3	5503	3050,0	47949	0,13	1,06	0,66	10,37	15,72
1946/47 г.	4690	1857	4655	1	2	6515	4185,2	94406	0,40	0,99	0,89	20,13	22,70
1947/48 г.	5849	1536	6136	1	—	7673	4604,4	103270	0,26	1,05	0,79	17,65	22,42
1948/49 г.	5820	2022	4995	4	15	7036	4523,6	101849	0,35	0,86	0,78	17,50	22,50
1949/50 г.	5835	1064	7150	172	101	8487	4724,6	99589	0,18	1,23	0,81	17,06	21,08
1950/51 г.	5343	1514	5081	2	350	6947	4113,6	89538	0,28	0,95	0,77	16,76	21,76
1951/52 г.	3886	447	5977	33	27	6484	3453,2	83061	0,12	1,54	0,89	21,37	24,05
1952/53 г.	4042	727	4551	14	13	5305	3010,3	76710	0,18	1,13	0,74	18,98	25,48
1953/54 г.	5110	542	7653	13	236	8444	4413,0	103017	0,13	1,50	0,86	20,16	23,34
1954/55 г.	3847	470	4963	2	120	5555	2972,3	67400	0,15	1,29	0,77	17,52	22,67
1955/56 г.	3852	439	6619	—	242	7300	3788,8	82144	0,19	1,72	0,98	21,32	21,67
1956/57 г.	6169	330	10697	—	284	11311	5725,9	129461	0,09	1,73	0,93	20,98	22,61
1957/58 г.	3890	236	5211	—	180	5627	2871,5	65256	0,12	1,33	0,73	16,77	22,71
1958/59 г.	2791	57	4298	—	53	4408	2214,9	49332	0,03	1,54	0,79	17,67	22,27
1959/60 г.	4702	58	4920	4	423	5405	2590,1	58151	0,02	1,05	0,55	12,36	22,47
1960/61 г.	4943	128	5223	3	1146	6500	2931,7	69847	0,03	1,05	0,59	14,13	23,85
1961/62 г.	8296	189	6650	3	1249	8091	3723,3	86637	0,04	0,8	0,45	10,4	23,2
1962/63 г.	6096	14	5570	—	1812	7396	3101,0	69219	—	0,91	0,51	11,3	22,2
1963/64 г.	8423	—	7319	—	4150	11469	4351,2	96745	—	0,87	0,52	11,48	22,14
1964/65 г.	10356	—	4528	—	15584	20112	4861,3	103413	—	0,44	0,47	9,98	21,0

невдалеке от места мечения. Одна из меток, которой финвал был помечен вблизи Южных Оркнейских островов, была обнаружена в ките, добытом у этих островов через 5 лет, и т. д. (см. рис. 2).

Горбатые киты подобно синим китам почти полностью истреблены. За период промысла с 1904/05 по 1961/62 г. здесь было добыто 39 609 горбатых китов; это составляет 58,0% всей добычи Антарктики. В этом секторе был введен полный запрет на добычу горбатых китов с сезона 1953/54 г. Но после этого было добыто для разных целей еще 12 горбачей. Пелагический промысел с 1931 по 1954 г. добыл лишь 1309 горбачей.

Сейвалы до самых последних лет добывались в основном лишь береговыми комбинатами, но в последние сезоны их добывает пелагический флот и количество их в добыче по этому сектору увеличилось во много раз: если совсем недавно пелагический флот добывал лишь десятки сейвалов, то в последние сезоны они добываются тысячами и в сезон 1964/65 г. только пелагический флот добыл в этом секторе 15 584 сейвала. Вряд ли можно рассчитывать, что стадо сейвалов долго выдержит такую большую промысловую нагрузку. По этой большой цифре добычи сейвалов можно судить, насколько оскудели или вовсе исчезли стада других китов. За все время промысла в этом секторе добыто за сезон 1964/65 г. 26 159 сейвалов — 50,55% всей добычи сейвалов в Антарктике.

Гладкие или капские (южные) киты уже давно находятся под международной охраной и очень редко добываются (2—5 экз.) береговыми станциями Бразилии, Чили и Перу в теплой зоне океана. Однако в начале организации современного промысла их добывали повсюду в Антарктике, но больше во Втором секторе: за это время (с 1904 г.) в этом секторе было добыто 679 гладких китов. Уже несколько лет как наблюдаются сравнительно большие группы этих медлительных китов вблизи Южной Америки — у Огненной Земли, в Магеллановом проливе, у архипелагов полярных островов и в других местах. Даже у обсерватории Мирный наблюдали этих редких китов.

Кашалоты долгое время были приловом как для береговых, так и для пелагических флотов. Однако в последние годы пелагический флот в этом секторе стал добывать свыше тысячи кашалотов в сезон. За все время в этом секторе было добыто не менее 22 331 кашалота (нет сведений за пелагический сезон 1960/61 г.), или 22,05% общей для Антарктики добычи кашалотов. Уменьшение запасов усатых китов заставило китобоев добывать значительное количество кашалотов, и в сезон 1964/65 г. здесь было добыто 1186 этих зубатых китов. Таковы результаты промысла китов во Втором секторе Антарктики.

Несколько замечаний об упитанности китов и, следовательно, о кормности этого сектора. Мы пытаемся судить о кормности того или иного сектора Антарктики по упитанности китов; в свою очередь упитанность китов мы вычисляем по количеству жировой продукции, которая получена в каждый рассматриваемый сезон от условного синего кита. Напомним, что по принятой схеме условный синий кит по получаемой жировой продукции равен одному синему киту = 2 финвалам = 2,5 горбатым китам = 6 сейвалам.

При этом считаем, что на всех флотилиях организация труда и использование сырца приблизительно одинаковы. Особенно это правильно для последних десятилетий, когда стали строже подходить к использованию всего того, что может дать туша кита. Если в первом десятилетии организации антарктического промысла использовали лишь

часть туши кита и значительная часть ее попросту выбрасывалась, то в последние десятилетия мощные китобойные базы могут перерабатывать сырье полностью или почти полностью: туша кита вытаскивается на разделочную палубу и емкие котлы позволяют переработать буквально все.

У нас имеются материалы, которые позволяют судить о количестве жировой продукции, добытой пелагическим флотом, начиная с сезона 1930/31 г., когда была организована международная китобойная статистика.

Опубликованные данные статистики позволили нам подсчитать добычу усатых китов в условных единицах и вычислить количество жировой продукции, полученной от условного синего кита в каждом секторе Антарктики.

По этим материалам Второй сектор Антарктики является наиболее продуктивным, киты здесь почти во все рассматриваемые сезоны (за исключением сезона 1945/46 г.) были выше средней упитанности, значительно выше, чем в других районах Антарктики, или средней по всей Антарктике. При этом во Втором секторе наименьшие колебания упитанности усатых китов.

По средним многолетним данным выход жировой продукции от одного условного синего кита по всей Антарктике составил 19,57 т, выход этой продукции только по Второму сектору от одного условного синего кита — 21,52 т — почти на 2 т больше.

На наш взгляд, это можно объяснить постоянством и обилием кормовой базы, обусловленной своеобразными гидрографическими и другими условиями, которые специфичны именно для этого сектора Антарктики: проникновение далеко на юг теплых вод, неровность подводного рельефа и в связи с этим подъем глубинных вод, богатых биогенами, наличие многочисленных островов, на которых обитает значительное количество тюленей и птиц, и, по-видимому, лучшие условия погоды. Второй сектор считается наиболее спокойным, особенно в летние месяцы.

Мы здесь не останавливаемся на многих других вопросах, достаточно широко освещенных в работах Дикона (1937), Марра (1955), Макинтоша (1942) и отчасти Беннетта (1931), много лет изучавших гидрологию, планктон и распределение стад китов в Антарктике, в том числе и во Втором секторе. Почти все эти работы, как и многие другие, написаны в результате исследований экспедиции «Дискавери», труды которой по Антарктике широко известны.

Плодотворный толчок в исследованиях Антарктики дал Международный геофизический год (1955), когда в водах Антарктики стали работать крупные советские морские экспедиции, в том числе на экспедиционных судах «Обь» и «Академик Книпович». Ряд работ, опубликованных советскими исследователями, — это новый и крупный вклад в изучение Южного океана.

Схема размещения добытых китов по зонам и квадратам в сезон 1964/65 г. во всей Антарктике, в том числе и во Втором секторе, показана на карте рис. 1; на второй карте (см. рис. 2) показаны места, где киты были помечены, и места, где они были добыты.

Эти данные свидетельствуют о том, что киты могут переходить из одного океана в другой, но также и о том, что киты возвращаются почти в те же места своего летнего обитания, где они когда-то были помечены, через длительные промежутки времени. Но в течение этих лет они могли быть в любом другом месте Мирового океана, и вовсе необязательно, чтобы они ежегодно мигрировали в холодные воды Антарктики.

Таблица 8

Киты и их промысел во Втором секторе Антарктики 1904/05—1964/65 гг.

Вид промысла	Виды добытых китов								Добыча усатых китов (условно-синий кит)	Жировая продукция, т
	синие	финвалы	горбачи	сейвалы	гладкие (южные)	кашалоты	другие (усатые)	всего		
Береговой	67517	122158	38300	15922	673	3806	2830	251206	147242,6	2196803
Пелагический	32889	149244	1309	26159	6	18525	7683	235818	112400,4	2419006
Всего	100406	271402	39609	42081	679	22331	10513	487024	259643,0	4615809
% ко всей Антарктике	30,3	41,04	58,0	60,3	—	22,05	—	38,9	36,86	34,32

Добыча китов в водах Антарктики за 1904/05—1964/65 гг.

Пелагический и береговой промыслы	331140	668553	68286	69697	679	101270	10519	1249465	704342,0	13446122
-----------------------------------	--------	--------	-------	-------	-----	--------	-------	---------	----------	----------

ВЫВОДЫ

Второй сектор Антарктики Уэдделла является тем местом, где зародился китобойный промысел Антарктики, который и до настоящего времени не потерял своего промыслового значения.

В этом секторе за время с 1904/05 г. по 1964/65 г. добыто не менее 100 406 синих китов — 30,3% общей добычи этих китов в Антарктике, не менее 271 402 финвалов — 41,04%, 39 609 горбатых китов — 58,0%, 42 081 сейвал — 60,3% и 22 331 кашалот — 22,05%. Кроме того, здесь добыто 679 настоящих капских китов и 10 513 усатых китов, виды которых точно не установлены. Всего здесь добыто 487 024 кита, или 38,9% от числа всех китов, добытых в Антарктике. В пересчете на условных синих китов здесь добыто 259 643 УСК, или 36,86% общей добычи в Антарктике. Только жировой продукции получено 4 615 809 т — 34,32% продукции Антарктики (табл. 8).

За эти годы во Втором секторе практически полностью истреблены синие и горбатые киты, запрет на добычу которых был введен слишком поздно.

Результаты мечения показывают, что во Втором секторе встречаются киты тихоокеанской и атлантической популяций.

ЛИТЕРАТУРА

- Бейкер Дж. История географических открытий и исследований. М., ИЛ, 1950.
- Беллинсгаузен Ф. Ф. Двукратные изыскания в Южном Ледовитом океане и плавание вокруг света в продолжение 1819, 1820 и 1821 годов, совершенное на шлюпах «Востоке» и «Мирном» под начальством капитана Беллинсгаузена, командира шлюпа «Восток». Шлюпом «Мирным» начальствовал лейтенант Лазарев. М., Географиз, 1949.
- Валло К. Общая география морей. М., Учпедгиз, 1948.
- Зенкович Б. А. Киты и китобойный промысел в антарктических морях. Труды ВНИРО. Т. XXV, 1953.
- Зенкович Б. А. Промысел китов в Антарктике в 1931—1955 гг. и соображения о состоянии запасов. Труды ВНИРО. Т. XXXIII, 1957.
- Bennett A. G. Whaling in Antarctic. London, 1931.
- Brown S. G. Dispersal of blue and fin whale. Discovery rep. N. XXVI, Cambridge, 1954.
- Brown S. G. A note on migration in Fin Whales. Norsk-Hvalfangst-tidende N 1, Oslo, 1962.
- Clarke R. Whale observation and whale marking off the coast of Chile in 1958 and from Ecuador towards and beyond the Galapagos Islands in 1959 Norsk-Hvalfangst-tidende, N. 7, 1962.
- Deacon G. E. R. The Hydrology of the Southern ocean. Disc. Rep. XVI, 1937 International Whaling Statistics, NN 1—55, 1930—1965.
- Mackintosh N. A. The southern stocks of whalebone whales. Disc. Rep. XXII, Cambridge, 1942.
- Marr J. W. S. Euphausia superba and the antarctic surface currents. An advance note on the distribution of the whale food. Norsk-Hvalf.-Tidende, N 3, 1956.
- Marr J. W. S. The natural history and geography of the antarctic krill (Euphausia superba Dana). Disc. Rep. XXXII, 1962.
- Risting S. Av Hvalfangstens Historie Oslo, 1922.
- Ross J. S. A Voyage of discovery and research in the Southern and Antarctic Regions. London, 1847.
- Slijper E. J. Whales. London, 1962.

УДК 577.472(264.3)

О ПИЩЕВЫХ ЦЕПЯХ В МОРЕ СКОТИЯ

И. П. Канаева, Ю. Ю. Марти, Ю. Е. Пермитин

Антарктические воды богаты питательными веществами. Содержание фосфатов в них никогда не падает ниже 50 мг/м^3 (Hart, 1934). В этом, по его мнению, заключается существенное отличие рассматриваемой области от северных умеренных широт, где летом, после весенней вспышки развития фитопланктона наблюдается резкое снижение содержания питательных солей в верхнем слое воды.

В период работ экспедиции на судне «Академик Книпович» в море Скотия также было обнаружено чрезвычайно высокое содержание биогенных элементов. Особенно интересным оказалось распределение кремнекислоты. В южной части моря Скотия, где преобладают воды моря Уэдделла, содержание кремнекислоты достигает весьма высоких величин $2500\text{—}3500 \text{ мкг/л}$ (статья Орадовского и др., опубликованная в настоящем сборнике).

Изучение поверхностных течений в море Скотия позволило выявить в общей, известной до сих пор схеме течений локальные круговые движения вод вдоль северного склона шельфа Южных Оркнейских островов и севернее о. Южная Георгия, которые способствуют усиленному вертикальному обмену вод (статья Елизарова, опубликованная в настоящем сборнике).

Периодичность освещенности определяет резко выраженный сезонный характер всех биологических явлений в море Скотия, начиная от развития фитопланктона и кончая физиологическим ритмом всего животного в Антарктике.

Количество планктона в море Скотия сильно колеблется по отдельным районам, достигая весьма значительных величин в южной и юго-восточной части моря. Это главным образом районы вдоль свалов островов и подводных возвышенностей в области стыка течений моря Уэдделла и моря Беллингаузена, где биомасса фито- и зоопланктона в слое $100\text{—}0 \text{ м}$ колебалась от $0,5$ до $5,0 \text{ мл/м}^3$. В центральной части моря, а также в районе о. Южная Георгия биомасса планктона на большинстве станций не превышала $0,1 \text{ мл/м}^3$. При этом бедность планктонного района о. Южная Георгия, очевидно, следует объяснить особенностями данного аномально теплого года (статья Елизарова, опубликованная в настоящем сборнике).

Исследованиями, проведенными Комитетом Дискавери (Hart, 1942), было установлено, что район о. Южная Георгия является одним из наи-

более продуктивных районов не только Антарктики, но и Мирового океана.

Подобные или несколько большие величины биомассы планктона указаны для Норвежского моря и отдельных районов Северной Атлантики. Так, Павштикс (1956) приводит среднюю биомассу планктона для Шпицбергенского течения в слое 50—0 м $0,56 \text{ мл/м}^3$ и для Восточно-Гренландского течения около $1,2 \text{ мл/м}^3$. В районе Большой Ньюфаундлендской банки весной биомасса планктона в слое воды 200—0 м достигает 10 мл/м^3 (Владимирская, 1962).

Следует указать, что распределение районов с высокой биомассой планктона почти повторяет карту распределения цветения моря диатомовыми водорослями. Основную массу планктона в этих районах составляет фитопланктон. Если сравнить количество фитопланктона в сетных пробах в районах цветения в море Скотия и в Северной Атлантике, то оказывается, что море Скотия по количеству планктона не уступает наиболее богатым районам Северной Атлантики и Норвежского моря.

Количество фитопланктона в сетных пробах в слое 25—0 м¹ моря Скотия (в мл/м^3):

Северо-западнее Южных Оркнейских островов . . .	1,9—4,0
Северо-восточнее Южных Оркнейских островов . . .	0,8—3,0
Между Южными Оркнейскими и Южными Сандвичевыми островами.	1,9—9,6
Вблизи Южных Сандвичевых островов	8,7—14,1
Мелководье Большой Ньюфаундлендской банки, начало мая 1958 г.	около 1,0
Мелководье Большой Ньюфаундлендской банки, вторая половина марта 1960 г. (период весенней вспышки развития фитопланктона)	8,0*

* Наибольшая величина биомассы в марте 1960 г. в слое 25—0 м, очевидно, составляла около $16,0 \text{ мл/м}^3$.

О количестве зоопланктона в настоящее время мы можем судить только ориентировочно, так как имеющиеся у нас величины представляют собой суммарную биомассу фито- и зоопланктона. Однако уже теперь можно сказать, что количество зоопланктона в море Скотия² значительно меньше, чем в богатых планктоном районах Северной Атлантики.

Основная масса зоопланктона в водах Антарктики в период исследований держалась в верхних слоях воды до глубины 50—100 м. В этом слое наблюдается обычно небольшая биомасса зоопланктона в период с ноября по апрель (Foxton, 1956). Обнаруженное наибольшее количество зоопланктона при отсутствии цветения на разрезе между о. Южная Георгия и Южными Оркнейскими островами составляло в отдельных пробах $0,7—0,9 \text{ мл/м}^3$, достигая в слое 100—0 м на этих станциях $0,3—0,4 \text{ мл/м}^3$. На большинстве станций биомасса планктона не превышала $0,1 \text{ мл/м}^3$.

Для Норвежского моря мы уже приводили биомассу планктона в водах Шпицбергенского и Восточно-Гренландского течений, равную $0,6$ и $1,2 \text{ мл/м}^3$. Л. Н. Грузов (1961) указывает, что в районе полярного фронта Восточно-Гренландского и Лабрадорского течений биомасса

¹ В районах цветения количество зоопланктона в слое 25—0 м составляло ничтожную долю, поэтому мы условно приняли, что приводимые величины характеризуют биомассу фитопланктона.

² Имеется в виду мезозоопланктон, облавливаемый планктонными сетями.

копепод достигает $0,8—1,2 \text{ г/м}^3$. Эти величины совершенно несравнимы с тем количеством зоопланктона, которое мы наблюдали в море Скотия.

Интересно, что количество зоопланктона в антарктических водах Индийского и Тихого океанов, а по-видимому и в восточной части Атлантического океана на тех же широтах, также превышает количество зоопланктона в море Скотия. Так, М. Е. Виноградов и А. Г. Наумов (1961) приводят биомассу зоопланктона в отдельных «пятнах» богатой планктоном полосы южнее линии антарктической конвергенции в слое $100—0 \text{ м}$, равную $0,6—0,8 \text{ г/м}^3$, а в среднем для этой области — $0,3 \text{ г/м}^3$ и почти такую же биомассу для области повышенной биомассы зоопланктона, расположенной южнее. Таким образом, основным потребителем фитопланктона в море Скотия является криль.

Благодаря своей массовости криль не только является конкурентом в питании планктеров-фитофагов, но и, очевидно, выедает, в основном, их яйца и особей на ранних стадиях их развития. Об этом свидетельствуют полученные в настоящей экспедиции данные о составе пищи криля (статья Павлова, опубликованная в настоящем сборнике). Эти исследования показали, что в питании криля отсутствует избирательность. В пище криля всегда преобладали те виды водорослей, которые были наиболее массовыми в планктоне.

В районе о. Южная Георгия при отсутствии цветения и наличии огромных скоплений криля желудки его были набиты шкурками слинявших рачков. В этом районе после шторма, когда в воде содержалось большое количество минеральных частиц, желудки его оказались набитыми песчинками. Естественно предположить, что мелкие представители зоопланктона и главным образом их молодые стадии также являются объектом питания криля. О нахождении молоди копепод в желудках криля указывается в монографии Марра (1962).

В период наших исследований в районе о. Южная Георгия при больших скоплениях криля мы наблюдали ничтожную биомассу зоопланктона, которая составляла сотые доли миллилитра на 1 м^3 .

Рассматривая криль как главный организм в пищевой цепи в море Скотия и, несомненно, в пределах всех вод, омывающих Антарктику, следует обсудить ряд вопросов и в первую очередь его распределение во времени и пространстве, включая глубину нахождения, изменение плотностей его скоплений в течение года, доступность для различных видов животного мира, динамику его запасов в связи с ростом и смертностью, а также пищевую ценность. Эти вопросы недостаточно изучены, однако обсудить их представляется возможным.

Euphausia superba является одним из наиболее холодолюбивых видов из всех эуфаузиевых. Его обитание простирается от материка Антарктиды до зоны антарктической конвергенции и вод, прилегающих к ней с севера. Широтный ареал криля поддерживается, по-видимому, пассивными дрейфовыми миграциями в связи с перемещением водных масс.

В схеме, видимо, можно принять постоянное накопление мелкого криля в наиболее южных районах путем переноса его с относительно теплыми водами атлантического происхождения и формирования подрастающих особей в зоне антарктической конвергенции в итоге дрейфа их с поверхностным течением в этом направлении. Естественно, что предлагаемая схема является гипотетической и должна быть в будущем проверена.

Вертикальное распределение криля в толще воды носит сезонный характер. Весь летний период криль держится в фотическом слое, где откармливается фитопланктоном. Наши исследования показали, что криль преимущественно держится в верхней половине фотического слоя над горизонтом температурного скачка. Находясь вблизи поверхности,

криль доступен китам, глубина погружения которых значительно больше, чем горизонт нахождения массовых скоплений криля. Подымаясь сравнительно часто к поверхности, криль является объектом питания всех пернатых Антарктики, включая и тех, которые не способны нырять на глубину.

В период нахождения криля вблизи поверхности или у самой поверхности его преследуют также рыбы, например *Notothenia rossi maggotata*, стаи которой участники рейса часто наблюдали среди скоплений криля.

Зимой, опускаясь на глубину, криль перестает быть объектом питания птиц. Киты отходят на север, по-видимому, раньше погружения криля и тем более образования льда. Можно думать, что миграция их в северные широты регулируется физиологическим состоянием и начинается ранее изменения условий внешней среды. Не исключена возможность, что при погружении криля на глубину он может опускаться на дно, где становится объектом питания донных рыб.

Большую часть своей жизни криль держится стайно. Такой характер его распределения сохраняется даже в период откорма, когда он рассредотачивается только на короткое время в момент непосредственного принятия пищи. Большая плотность скоплений криля определяет высокую эффективность питания им. Откорм крилем не требует ни длительного времени, ни затрат энергии.

Киты, питаясь крилем, плотность скоплений которого достигает $5-10 \text{ кг/м}^3$, при суточном рационе в 3 т должны профильтровать за сутки всего $300-600 \text{ м}^3$ воды.

Стайного криля заглатывают рыбы. Птицы клюют отдельные экземпляры, но буквально одного за другим, наедаясь в несколько минут. Любой хищник, напавший на скопления криля, наедается им доотвала в самое короткое время.

Запас криля должен изменяться под воздействием двух факторов — индивидуального весового роста и смертности.

Представления о росте криля в данное время достаточно четки (статья Шевцова и Макарова, опубликована в данном сборнике), но мы ничего не знаем о смертности его на разных этапах жизненного цикла. Поэтому об изменении его запаса можно говорить только ориентировочно, основываясь на динамике индивидуального весового роста и общей продолжительности жизни.

В начале каждого лета популяция криля состоит из двух возрастных групп — перезимовавших особей, родившихся в прошлом году, возраст которых приближается к полному году, и родившихся в позапрошлом году, возраст которых приближается к двум полным годам и у которых наступает половая зрелость.

Масса первых достигает $0,1-0,2 \text{ г}$, масса вторых — $0,6-0,7 \text{ г}$. В течение лета увеличивается масса годовиков до $0,5-0,6 \text{ г}$, у двухгодовиков масса увеличивается за летний период до $1,0-1,2 \text{ г}$, но после нереста они гибнут.

Таким образом, можно предполагать, что максимальная величина биомассы запаса криля бывает либо перед самым размножением, либо в момент размножения. К концу лета биомасса, видимо, снижается, так как прирост годовиков не может компенсировать потери биомассы в итоге гибели отнерестовавших особей.

Пищевая ценность криля меняется в течение года незначительно. Количество белка остается постоянным в пределах $14-15\%$. Жирность увеличивается к концу лета только у двухлеток криля до $6-8\%$. Крупный криль обладает значительно меньшей жирностью, около $2-3\%$.

В настоящее время очень трудно определить даже относительную роль отдельных потребителей криля в общей его биомассе.

Общепринятое мнение о том, что главным потребителем криля являются киты, по-видимому, правильно. Вместе с этим следует отметить, что киты не были таким большим потребителем криля, как это может показаться. Так, общая масса добытых китов во Втором секторе Атлантики только один раз в 1936—1937 гг. достигала 7,5—8,0 млн. ц (статья Зенковича опубликована в настоящем сборнике), и размер этой добычи оказался чрезмерно высоким. Можно думать, что общая биомасса запаса китов для этого сектора Атлантики вряд ли превышала выбой больше, чем в 5—6 раз, т. е. достигала всего 40—50 млн. ц.

Величина запаса планктофагов в бореальной области Атлантики превышает эту цифру, по крайней мере, в несколько раз. Невозможно также допустить, что численность китов в Антарктике когда-либо могла лимитироваться кормовой базой.

Роль рыб в использовании криля, по-видимому, значительно большая, чем предполагалось раньше. Исследования, проведенные на судне «Академик Книпович», значительно расширили эти представления. Изучение питания наиболее распространенных рыб моря Скоттия показало, что у некоторых донных, вторичнопелагических и батипелагических рыб криль является важным, а у некоторых рыб и основным объектом питания. Криль обнаружен в желудках у тридцати видов рыб, относящихся к двенадцати семействам: Rajidae, Paralepidae, Myctophidae, Scopelarchidae, Muraenolepidae, Gadidae, Moridae, Macruridae, Nototheniidae, Bathydraconidae, Chaenichthyidae, Trichiuridae.

Однако значение криля в питании рыб и частота встречаемости его в пищевом рационе рыб различна и зависит от степени морфолого-функциональной адаптации рыб к потреблению криля. На связь антарктических рыб с крилем указывает Олсен (1954) и Андрияшев (1964). «Частичный переход некоторых донных антарктических рыб к временной жизни в пелагели О. Нибелин рассматривал как приспособление для использования богатых кормовых возможностей крилевой зоны, значительно превосходящей продуктивность бентоса» (цит. по Андрияшеву, 1964).

Как отмечают Г. М. Беляев и П. В. Ушаков (1957), общая биомасса бентоса в водах Антарктики в среднем высокая — 450—500 г/м², однако она состоит главным образом из не кормовых групп бентоса: губок, мшанок, асцидий, составляющих 60—90% массы всех организмов. Вероятно, это одна из причин того, что криль является существенным компонентом в питании многих антарктических рыб.

Можно предположить, что фактором, ограничивающим использование антарктическими рыбами в питании криля, является их размер. У небольших батипелагических светящихся анчоусов рода *Protomyctophum* и *Electrona* (длиной до 100 мм) в пищевом спектре криль обнаружен у 24—27% рыб. В пищевом рационе более крупных светящихся анчоусов *Gymnoscopelus nicholsi* криль уже играет значительно большую роль. В желудках у *G. nicholsi* криль обнаружен у 83% исследованных рыб.

Адаптация наиболее массовых в море Скоттия нототений антарктической группы рода *Notothenia* к питанию крилем различна и зависит, как уже отмечалось выше, от морфологического строения рыб, связанного с временной или постоянной жизнью в пелагиали.

У придонных *Notothenia gibberifrons* и *N. nudifrons* (нижний рот, глаза на верхней стороне головы, тело несколько сплющено дорзовентрально, пестрая маскирующая окраска) основную роль в питании

игрывают бентосные организмы полихеты, гаммариды, моллюски и другие. Всего в пищевом спектре *N. gibberifrons* обнаружено 22 бентосных вида. Например, полихеты встречались в желудках у 58% рыб. Однако в пищевом рационе этих рыб криль также играет существенную роль и обнаружен в желудках у 44% рыб. Анализ показал, что это был только крупный половозрелый криль, опустившийся в придонные слои и ставший элементом нектобентоса.

У широко распространенной в Антарктике *N. larseni*, более пелагической по своему морфологическому строению (конечный рот, удлинённая форма тела, глаза на средней линии тела), криль и пелагические гипериниды являются основными компонентами питания и обнаружены в желудках у 64% рыб, а бентосные животные встречаются в незначительном количестве. Типичным крилефагом оказались и крупные (60—80 см) *N. rossi marmorata*.

Эта рыба часто встречалась у поверхности в местах скопления криля в районе о. Южная Георгия. Вскрытие показало, что у 93% *N. rossi marmorata* желудки забиты молодым неполовозрелым крилем. В желудке насчитывалось от 1000 до 1900 экз. криля размером 33—36 мм, что составляло от 5,2 до 11,3% массы рыбы.

Тесная связь с крилем существует также у некоторых видов белокрытых рыб в море Скотия. И у этих рыб степень адаптации к питанию крилем определяется их морфологической организацией (форма тела и окраска) *Champsoscephalus gunnari* — типичный обитатель пелагиали у 73% из всех вскрытых рыб в желудке оказался криль, у 2% в желудках обнаружены пелагические светящиеся анчоусы. Криль является чрезвычайно существенным компонентом и в пищевом рационе эндемика о. Южной Георгии *Pseudochaenichthys georgianus*. Эта белокрытая рыба так же, как и *N. rossi marmorata*, совершает нагульные миграции в океан к местам скопления криля. Мы неоднократно ловили *P. georgianus* в местах концентрации криля. Пищевой спектр этих рыб очень узок, криль обнаружен в желудках у 36% особей и рыбы — у 35%. Белокрытая рыба *Chaenopscephalus aceratus* — крупный придонный хищник, питающийся рыбой. Однако в желудках у него обнаружен криль.

Самые крупные рыбы Антарктики *Dissostichus mawsoni* и *D. eleginoides* — хищники. В желудках у *D. eleginoides* обнаружены преимущественно рыбы. Пищевая цепь этих рыб ведет к крилю через рыб крилефагов.

Обнаруженная нами в районах Южных Оркнейских островов путассу (*Micromesistius australis*) питается почти исключительно крилем. У вскрытых 1000 экз. путассу желудки были набиты крилем.

Отстрел и вскрытие желудков антарктических птиц показали, что криль является также главным компонентом в пищевом спектре птиц моря Скотия. Криль обнаружен в желудках антарктического пингвина (*Pygoscelis antarctica*), дымчатых альбатросов (*Phoebastria palpebrata*), чернобровых альбатросов (*Diomedea melanophora*), сероголовых альбатросов (*Diomedea chrysostoma*), гигантского буревестника (*Macronectes giganteus*), антарктического буревестника (*Thalassoica antarctica*), капского голубя (*Daption capensis*), голубого буревестника (*Halobaena coerulea*) и вильсоновой качурки (*Oceanites oceanicus*).

Орнитолог Тиккелл (Tickell, 1964), изучающий в 1959 и 1961 гг. питание чернобровых и сероголовых альбатросов, гнездящихся на о. Южная Георгия, установил, что в пищевом рационе чернобровых альбатросов эуфаузииды (криль) обнаружены у 53,7—85,4% исследуемых птиц, рыба — у 72,2—65,4%, кальмары — у 85,2—81,8%, десятиногие раки — у 20,4—14,5% и амфиподы — у 9,3—3,6% птиц.

У сероголовых альбатросов эуфаузииды обнаружены у 26,7—78,4%, а рыба — у 80,0—60,8% особей.

Число гнездящихся на острове птиц, по подсчету Тиккелля, составило около 100 000 пар. Альбатросы потребляли в среднем за сутки около 500 г пищи. Вся популяция сероголовых и чернобровых альбатросов съедала в день около 80 т планктонных организмов.

Интересно, что в пищевом комке сероголовых альбатросов Тиккелл впервые обнаружил остатки, а в редких случаях и целые экземпляры миноги (*Geotria australis*), неизвестной ранее для антарктических вод. Миноги были обнаружены в пищевом рационе у 23,3—19,6% птиц.

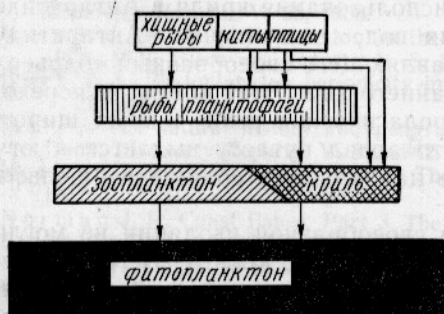
Удельный вес пищевого звена криля в пищевой цепи Антарктики высок. Криль входит в пищевой спектр большинства представителей антарктической фауны. Именно массовым развитием *Euphausiacea*, и, в первую очередь, криля обусловлены нагульные миграции усатых китов в моря Антарктики. Небогатые в видовом отношении, но чрезвычайно многочисленные антарктические птицы в основном питаются крилем. Ластоногие в большом количестве прямо или косвенно через рыбу также потребляют криль. Самый многочисленный в Антарктике тюлень-крабод (*Lobodon carcinophagus*) по свидетельству тюленебоев и исследователей питается исключительно ракообразными, в первую очередь крилем (Земский, 1960).

Интенсивное использование криля животными, птицами и рыбами Антарктики, вероятно, стало возможным благодаря возникновению в процессе эволюции некоторых морфолого-функциональных адаптивных признаков у антарктических животных, позволяющих активно использовать кормовые ресурсы крилевой зоны Антарктики. Это цедильный аппарат у усатых китов, особое строение зубов, представляющих собой своеобразную костную решетку для задерживания ракообразных у тюленя-крабодо, язык пингвинов покрыт острыми шипами, направленными назад, и облегчающими захват, удерживание рыб и ракообразных, ряд морфологических изменений в строении некоторых ноттеноидных рыб Антарктики, в связи с питанием крилем и т. п.

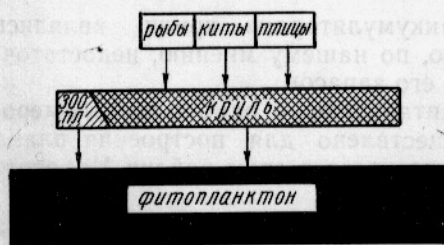
Можно предположить, что огромные кормовые ресурсы в виде криля в водах, омывающих Антарктику, в полной мере не используются. Численность антарктических рыб и пернатое население Антарктики — незначительны по сравнению с теми пищевыми ресурсами, которыми богат Южный океан.

Киты, как мы уже упоминали, никогда не представляли такого грандиозного потребителя кормовых ресурсов Антарктики, каким они казались на первый взгляд.

Киты, как мы уже упоминали, никогда не представляли такого грандиозного потребителя кормовых ресурсов Антарктики, каким они казались на первый взгляд.



а



б

Рисунок. Пищевые цепи:

а — в бореальной области; б — в водах Антарктики

Схема основных пищевых цепей в море Скотия в сопоставлении с районами Северной Атлантики показана на рисунке.

В море Скотия фитопланктон используется прежде всего крилем, мелкий зоопланктон играет третьестепенную роль. Крилем питаются киты, птицы и рыбы.

В Северной Атлантике главным потребителем фитопланктона являются каланоиды, эуфаузиевые имеют меньшее значение. Зоопланктон, включая эуфаузиевых, поедается большим количеством рыб. Киты в водах Северной Атлантики и прилегающих морях Ледовитого океана питаются отчасти черноглазкой (крилем), отчасти рыбой. Большинство видов морских птиц питаются мелкими рыбами, молодью сельди и других рыб.

Таким образом, в море Скотия конечным пищевым звеном являются только киты, в то время как в северных морях Атлантики — большое число промысловых рыб (сельдь, мойва, младшие возрастные группы семейства тресковых и морских окуней).

Относительно слабое использование запасов криля в водах Антарктики обусловлено тем, что большинство его потребителей является местной фауной. Исключением являются киты, приходящие из более низких широт, и некоторые виды эпипелагических рыб субантарктического и субтропического происхождений, совершающие в Антарктику, подобно китам, нагульные миграции за крилем.

Из рыб, как показали наши наблюдения, в Антарктику мигрируют в целях откорма путассу — вид многочисленный, однако в столь высокие широты приходит только половозрелая часть ее популяции.

Главной причиной ограниченного использования криля в Антарктике является, вероятно, большая изоляция вод, омывающих Антарктиду вследствие Восточного дрейфа, представляющего своеобразный «барьер» между водами умеренных широт и крайнего юга. Этот «барьер» переходят киты и путассу и некоторые эпипелагические рыбы низких широт. Особого внимания заслуживает то, что ареал путассу выдается к югу за пределы этого «барьера» в районе наибольшего сближения шельфа Южной Америки и Антарктиды.

Естественно, что в условиях такой своеобразной изоляции не могли возникнуть миграции из более северных районов в южные. И тем самым не могла создаться ситуация, при которой запасы криля могли бы интенсивно использоваться фауной более низких широт, что имеет место в северном полушарии.

Поэтому наряду с развитием промысла криля актуальной остается проблема акклиматизации в водах Антарктики таких живых организмов, которые могли бы стать массовыми потребителями криля и представлять ценный объект для промысла.

Таким объектом, являвшимся «аккумулятором» криля, являлись киты, хотя количество последних было, по нашему мнению, недостаточным для интенсивного использования его запасов.

Восстановление запасов китов в Антарктике — одно из первых мероприятий, которое должно быть осуществлено для построения плана рационального использования живых ресурсов в этом районе Мирового океана.

В отношении проблемы акклиматизации рыб можно высказать пока только несколько общих соображений. Возможным центром акклиматизации бореальных видов рыб для использования кормовых ресурсов зоны антарктической конвергенции может быть банка Бердвуд, являющаяся самым южным участком Патагонского шельфа, а также мелководье около мыса Горн.

Этот район омывается относительно теплыми водами, идущими из Тихого океана и, по-видимому, по своему термическому режиму может быть местом размножения некоторых бореальных видов. Труднее ответить на вопрос, как в этом районе могут сложиться нагульные миграции, путь которых должен пересечь глубоководные районы Антарктики.

ЛИТЕРАТУРА

- Андрияшев А. П. Батипелагические рыбы Антарктики. Исследование фауны морей I (IX), АН СССР, Изд-во «Наука», 1962.
- Андрияшев А. П. Обзор фауны рыб Антарктики. Исследования фауны морей, II (X), АН СССР, Изд-во «Наука», 1964.
- Беляев Г. М., Ушаков П. В. Некоторые закономерности количественного распределения донной фауны в Антарктике. Дан СССР. Т. 112, № 1, 1957.
- Виноградов М. Е., Наумов А. Г. Количественное распределение планктона в антарктических водах Индийского и Тихого океанов. Океанологические исследования, АН СССР, 1961, № 3.
- Владимирская Е. В. Распределение и сезонные изменения зоопланктона в районе Ньюфаундленда. Труды ВНИРО. Т. 46, 1962.
- Грузов Л. Н. Зоопланктон полярного фронта Восточно-Гренландского течения. Сб. «Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурманска», Мурманск, 1961.
- Земский В. А. Животный мир Антарктики. Изд-во МГУ, 1960.
- Павштики Е. А. Сезонные изменения в планктоне и кормовые миграции сельди. Труды ПИНРО. Вып. IX, 1956.
- Световидов А. Н. Трескообразные. Фауна СССР, рыбы. Т. IX, Вып. 4, АН СССР, 1948.
- Foxton P. The distribution of the standing crop of zooplankton in the Southern ocean. Discovery Reports. V. 28, 1956.
- Hart T. J. On the phytoplankton in the South-west Atlantic and Bellingshausen Sea, 1929—1931, Discovery Reports. V. 8, 1934.
- Hart T. J. Phytoplankton periodicity in Antarctic surface waters. Discovery Reports. V. 21, 1942.
- Marr J. The natural history and geography of the Antarctic krill *Euphausia superba* Dana. Discovery Reports. V. 32, 1962.
- Norman J. R. Coast fishes. Part 2. The Patagonian region. Discovery Reports. V. 16, 1937.
- Norman J. R. Coast fishes. Part 3. The Antarctic zone. Discovery Reports. V. 18, 1938.
- Tickell W. L. Feeding preferences of the albatrosses *Diomedea melanophoris* and *D. chrysostoma*, at South Georgia. Antarctic. Biology, 1964.
- Olsen S. South Georgian Cod, *Notothenia rossi marmorata* Fisher. Norsk Hvalfagst—Tidende, vol. 43, N 7, 1954.

УДК 639.28:639.2.081.1 (264.3)

ОПЫТНЫЙ ЛОВ КРИЛЯ В МОРЕ СКОТИЯ**М. Я. Гройсман, Э. А. Карпенко, Г. Н. Степанов**

Современные орудия лова, теория и методика их проектирования и техника лова ими исторически приспособлялись к обычным объектам добычи — рыбе, моллюскам, крупным донным ракообразным. Поэтому одной из основных проблем промышленного использования криля можно считать создание высокоэффективных орудий лова.

Конструкция орудия лова и техника добычи прежде всего определяются поведением объекта лова. Скопления криля, как правило, встречаются в виде косяков на небольшой глубине — до 50—60 м, либо у самой поверхности. Можно найти немало примеров, когда рыбы располагаются в толще воды подобным образом.

Однако поведение криля в зоне орудий лова резко отличается от поведения рыб. При облове стай рыб широко используется отпугивающая способность сетного полотна. В связи с этим во многих частях современных орудий лова ячея часто допускается более крупных размеров, чем обхват самой рыбы (в крыльях тралов, закидных и кошельковых неводов).

Отличительной особенностью поведения криля в зоне орудия лова является то, что он практически «не боится» надвигающихся сетей и, если позволяет размер ячеи, свободно процеживается через них.

Малая подвижность скоплений криля в зоне орудий лова в известной мере облегчает его добычу, так как скорость траления может быть значительно меньшей, чем при лове рыбы. В то же время процеживание криля через сетное полотно заставляет использовать минимальные размеры ячеи для удержания улова, что осложняет конструирование промысловых орудий. Постройка мелкочейных орудий лова больших размеров всегда связана с серьезными эксплуатационными трудностями: большое сопротивление таких орудий, слабая фильтрация, увеличенные нагрузки на орудие и др.

Гидрометеорологическая обстановка в обследованных районах Антарктики в летний период позволяет вести промысел преимущественно тралами. Наличие постоянной крупной зыби резко ограничивает применение кошельковых неводов с малых судов и навесных орудий лова с жесткими рамами (типа бортовых тралов, «китовая пасть» и др.).

Сложные метеорологические условия района, его дальность обуславливают сообразность использования на лове криля судов большого тоннажа.

Ниже приводятся описание и результаты применения разных орудий и способов лова, испытанных на судне «Академик Книпович».

РАЗНОГЛУБИННЫЙ ТРАЛ (31 м)

Разноглубинный 31-метровый трал (конструкции ПИНРО, черт. 352) являлся основным орудием лова криля (рис. 1).

Нижняя подбора трала оснащена отрезками такелажных цепей общей массой 450 кг. На верхней подборе устанавливали 180 металлических кухтылей диаметром 200 мм. В трал были вшиты две конусные мелкоячейные «рубашки» с шагом ячеи $a=8$ мм, из капроновой дели 34/9. Конусные рубашки сшивали из двух пластей (рис. 2). На передней кромке каждой рубашки устанавливали опушку из дели 10,7/18 с ячеей 20 мм. Ширину рубашки выбирали таким образом, чтобы периметр опушки рубашки в жгуте был несколько больше периметра трала (в жгуте) в месте установки конусной рубашки. Рубашки пришивали к тралу

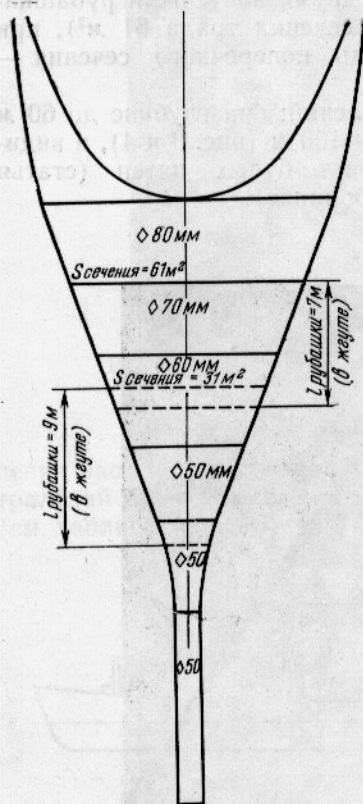


Рис. 1. Разноглубинный 31-метровый трал конструкции ПИНРО (черт. 352)

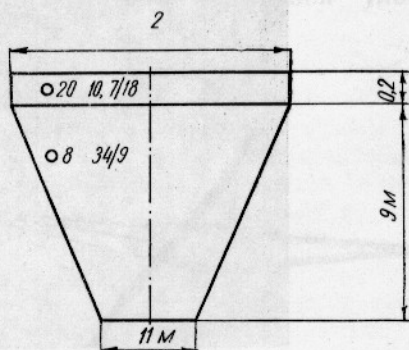
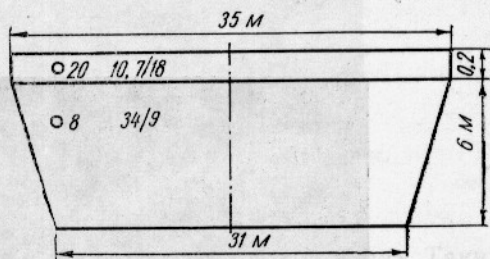


Рис. 2. Раскрой рубашек.

передними кромками (со стороны опушки), задние кромки оставались свободными.

Во избежание выхода криля через крупноячейную дель трала конусные рубашки устанавливали с таким расчетом, чтобы задняя свободная кромка первой рубашки заходила за переднюю кромку второй на 1 м, а свободная кромка второй рубашки заходила на 1 м в конусную часть мешка. Боковые швы рубашек пришивали к соответствующим швам трала.

Тралом, снабженным двумя конусными рубашками, работы проводились в районе Южных Оркнейских островов, в дальнейшем первая конусная рубашка вышла из строя и в районе о. Южная Георгия работали с одной задней рубашкой.

Траловый мешок был укорочен до 15 м путем выреза цилиндрической части. В мешок также вшивали две рубашки: первая из дели 10,7/12 14 мм, внутри нее более мелкая из дели 34/9 с шагом ячеи 6,5 мм.

После установки рубашек сопротивление трала, а следовательно, и нагрузки в ответственных местах его значительно увеличивались. В связи с этим трал был укреплен путем вставок из двухрядной дели по гужам и повторной обвязки посадочной нитки.

Вертикальное раскрытие трала в гужах в результате неоднократных замеров (ТАГами) находилось в пределах 7—9 м. Вертикальное раскрытие мелкой части трала при работе с двумя конусными рубашками достигало 5,7 м (площадь поперечного сечения трала 61 м²), при работе с одной рубашкой — 4,8 м (площадь поперечного сечения — 31,0 м²).

Крыль образует два основных вида скоплений: на глубине до 60 м в виде стай, диаметр которых составляет 50—100 м (рис. 3 и 4), и видимые у поверхности косяки в виде красновато-бурых пятен (статья К. В. Шуста, опубликованная в настоящем сборнике).

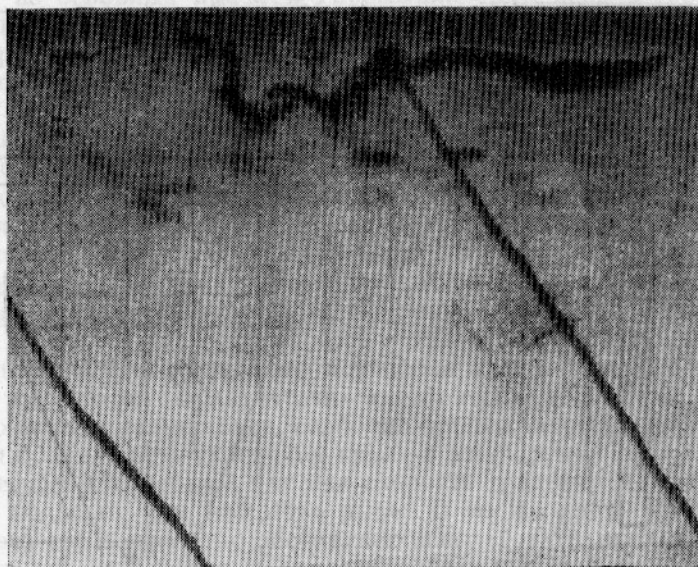


Рис. 3. Запись подъема крыля к поверхности в море Уэдделла (трал 26 63°09' ю. ш., 46°21' з. д. 2 февраля 1965 г. 20 час 00 мин; диапазон 200 м. Улов 2,5 т).

Первый вид скоплений облавливается разноглубинным 31-метровым тралом общепринятым способом на судах типа БМРТ. Оттарированный заранее трал на коротких ваерах (обычно длиной 50—100 м) буксировался за кормой. Горизонт хода устанавливали согласно глубине записей и данных тарировочной таблицы и регулировали длиной ваеров буксировки. Скорость траления, как правило, была 3,3—3,4 узла.

Обловы скоплений криля у самой поверхности траления на курсе не приносили положительных результатов. Судно «Академик Книпович», имея большую осадку, примерно в два раза больше толщины скоплений криля у поверхности, при прохождении даже через очень плотные скоп-

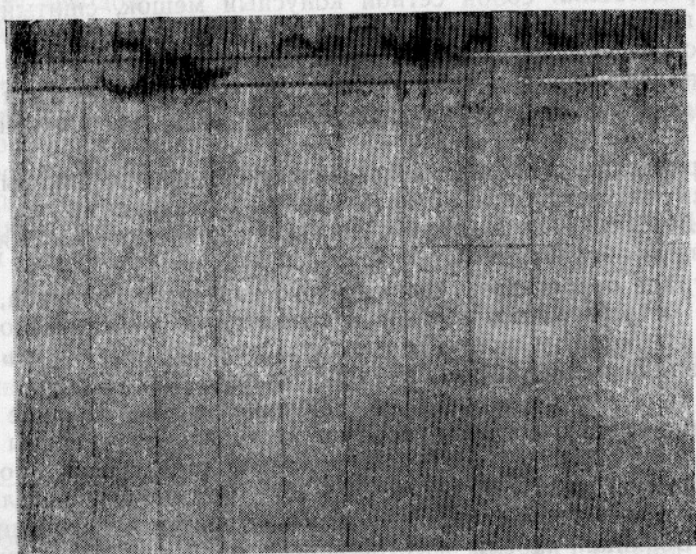


Рис. 4. Атлантика ($53^{\circ}34'$ ю. ш., $36^{\circ}45'$ з. д. 3 марта 1965 г. 15 час.
Малый ход записи не обловлены).

ления рассекал их, и трал за кормой проходил по «чистой воде». Таких тралений было проведено 8 и все они дали очень небольшой улов (см. таблицу и рис. 5).

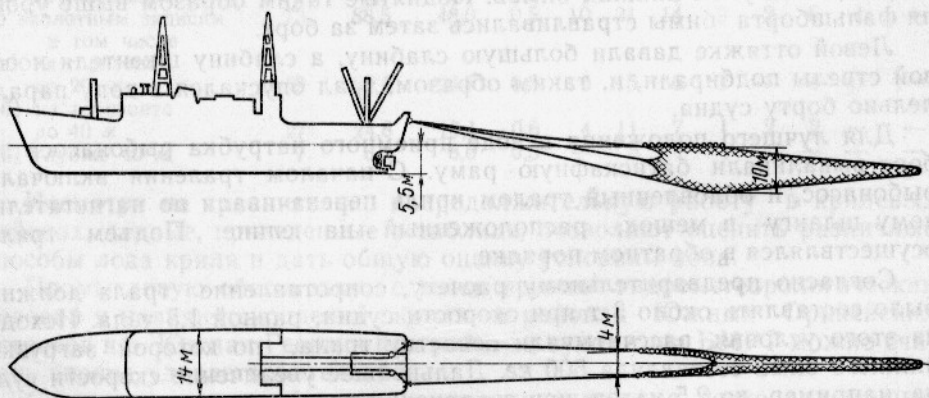


Рис. 5. Схема облова скоплений криля у поверхности на курсе.

Последующие траления при облове скоплений криля у поверхности проводили на циркуляции и в большинстве случаев давали положительные результаты.

БОРТОВОЙ ТРАЛ С РЫБОНАСОСОМ

При работах на пятнах криля в качестве экспериментального орудия лова был испытан бортовой трал с рыбонасосом.

Трал представлял собой сетной конусный мешок, сшитый из двух пластин и посаженный на четыре подборы таким образом, что сшивные кромки проходили посередине боковых его сторон.

Огоны подбор трала крепили к угловым рамам верхнего и нижнего бимов, соединенных несущими кабелями со шкентелем левой носовой стрелы.

Для образования боковых открылков трала центры боковых подбор соединялись концами определенной длины с верхними и нижними кабелями. Верхний бим по концам оснащали дрейфтерными буями, нижний — грузами общей массой 500 кг.

Куток трала посредством специального конусного раструба, изготовленного из металлических прутков и обтянутого мелкочечной делью, соединяли с приемным патрубком рыбонасоса РБ-150. Внутрь каркаса трала вставляли мелкочечную рубашку из дели 34/9 — 8 мм.

Работу тралом производили по следующей схеме. Прежде всего за борт выводили левую носовую стрелу с таким расчетом, чтобы ее вылет был порядка 3,5—4 м, т. е. составлял половину длины бима. Угол стрелы от вертикали при этом составляет 30—35°. Грузовой шкентель стрелы потравливался до соединения с несущими верхними и нижними кабелями трала. Верхние кабели изготавливали длиной по 30 м, нижние — по 35 м.

Бимы трала перед выведением его за борт располагались вдоль левого фальшборта в районе батискафной рамы на кормовой палубе.

Перед спуском трала приемный шланг заводили в бортовой портик судна, где крепили к фланцу рыбонасоса. Для подъема бимов применяли специальные подъемные оттяжки, ходовые концы которых заводили на турачки грузовых лебедок левого и правого борта, а противоположные пропускали через кольца, закрепленные на углах верхнего бима, и крепили за углы нижних бимов. Поднятые таким образом выше уровня фальшборта бимы стравливались затем за борт.

Левой оттяжке давали большую слабину, а слабину шкентеля носовой стрелы подбирали, и, таким образом, трал опускался в воду параллельно борту судна.

Для лучшего положения в воде приемного патрубка рыбонасоса за борт вываливали батискафную раму. С началом траления включали рыбонасос, и обловленный тралом криль перекачивали по нагнетательному шлангу в мешок, расположенный на слипе. Подъем трала осуществлялся в обратном порядке.

Согласно предварительному расчету, сопротивление трала должно было составлять около 3 т при скорости судна, равной 1,5 узла. Исходя из этого условия, рассчитывали оснастку трала, по которой загрузка нижнего бима составляла 500 кг. Дальнейшее увеличение скорости судна, например, до 2,5 узлов, при сохранении проектного раскрытия трала в 10 м потребовало бы увеличения загрузки нижнего бима до 1,5 т, что было трудно осуществимо без жесткого крепления бимов между собой, в качестве которых применяли стальные трубы диаметром 76 мм.

Проведенные траления показали, что при скорости судна порядка 1,5 узла трал шел без перекосов с расчетным раскрытием, что подтверждалось равномерным натяжением кабелей и постоянным углом 15° между верхними и нижними кабелями.

КОШЕЛЬКОВЫЙ ЛОВ С МОТОБОТОВ

С целью проверки возможности лова криля кошельковым неводом мотоботы судна «Академик Книпович» были оборудованы соответствующими промысловыми механизмами и снабжены малым крилевым кошельковым неводом.

Мотоботы представляют собой стеклопластиковые суда с двигателем 20 л. с., водоизмещением в 6 т, грузоподъемностью 2 т.

При подготовке экспедиции в процессе испытаний мотоботов была пересмотрена промысловая схема их работы и спроектированы новые промысловые механизмы.

По состоянию моря удалось провести только один замет кошелькового невода, после которого во время подъема мотоботов на борт обе шлюпбалки левого борта лопнули по сварному шву и работы с кошельком были прекращены.

АНАЛИЗ ОПЫТНО-ПРОМЫСЛОВЫХ РАБОТ

Результаты траловых работ, проведенных судном «Академик Книпович», приведены в таблице.

Таблица Ф. 7а
Результаты контрольных и опытно-промысловых тралений

Способы траления в зависимости от глубины скопления	Число трале- ний	Общая продолжи- тельность траления	Об- щий вы- лов, т	Вылов на 1 час трале- ния, т	Число тралений с уловом (в т)							
					0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	свыше 5,0
Облов видимых пятен у поверхности												
в том числе	29	26,7	44,7	1,7	2	8	8	3	3	1	1	3
а) на курсе с досками с короткими ваера- ми	8	5	5,4	1,1	1	2	2	1	2	—	—	—
б) на циркуляции без досок	16	15,2	36,5	2,4	—	5	4	2	—	1	1	3
в) другими способами	5	6,5	2,8	0,4	1	1	2	—	1	—	—	—
По эхолотным записям	73	88,5	48,0	0,5	10	31	14	9	2	6	1	—
в том числе												
а) на горизонте												
до 20 м	39	55,4	24,7	0,5	6	15	6	7	—	4	1	—
б) на горизонте												
до 40 м	27	24,8	15,1	0,6	4	11	7	1	2	2	—	—
в) глубже 40 м	7	8,3	8,0	0,3	—	5	1	1	—	—	—	—

Несмотря на сравнительно непродолжительную работу в крилевых районах, данные, приведенные в таблице, позволяют оценить различные способы лова криля и дать общую оценку условиям лова.

Промысловую обстановку с точки зрения гидрометеорологических условий и наличия скоплений криля в районах Южных Оркнейских островов и о. Южная Георгия при работе с судов типа БМРТ можно считать вполне удовлетворительной.

Скопления криля обнаруживаются сравнительно легко с помощью эхолота «Кальмар» и визуальных наблюдений с марсовой площадки. Горизонтальным трактом гидролокатора «Палтус М» скопления криля не фиксируются. Это обстоятельство не позволило нам применить прицельный метод траления.

На обнаруженных концентрациях судно может держаться продолжительное время, не теряя их.

Траловый лов криля проводился и в свежую погоду.

Способы лова криля обуславливаются его поведением и характером скоплений. За время работы на судне «Академик Книпович» примерно 1/3 времени наблюдали скопления у поверхности в виде пятен, остальное время криль держался на глубине до 50—60, изредка — 70 м. Скопления у поверхности, как правило, наблюдались в дневное время. Ночью в этих же районах гидроакустические приборы регистрировали скопления криля в слое 0—20 м.

Как уже отмечалось выше, облов скоплений криля у поверхности представляет значительные трудности.

При облове поверхностного слоя трал идет приблизительно в 100 м за кормой. Если увеличить это расстояние в 3—5 раз, воздействие судна и кильватерной струи резко снизится. Однако простым увеличением длины ваеров этого эффекта добиться нельзя: от массы досок и ваеров трал погружается и идет ниже слоя скопления криля. Решить эту задачу можно путем создания легких распорных устройств, позволяющих вести траление при значительной длине ваеров. Увеличение длины ваеров положительно скажется на горизонтальном раскрытии трала.

На облов скоплений криля у поверхности было затрачено 30% промыслового времени. За это время была добыта почти половина улова (48%). Средний вылов на 1 час траления составил 1,7 т. Максимальный улов при облове скоплений криля у поверхности составил 10 т.

Следовательно, наиболее перспективны траления при положении трала в стороне от кильватерной струи. Средний улов при таком методе траления достигал 2,4 т (см. таблицу).

Этот способ можно назвать прицельным, так как при тралении виден и трал и скопления криля. Но необходимость расположения трала несколько в стороне от кильватерной струи заставляет вести траление на циркуляции, что крайне сложно и требует большой опытности судоводительского состава и идеальной слаженности поста наблюдений на марсовой площадке с командным мостиком.

По записям эхолота было сделано 73 траления, причем средний вылов на 1 час траления составил 0,5 т, в том числе на глубинах до 20 м — 39 тралений со средним выловом на 1 час 0,5 т, на глубинах до 40 м — 27 тралений с выловом на 1 час 0,6 т и на глубинах более 40 — 7 тралений с выловом 0,3 т на 1 час траления.

Максимальные уловы были получены на глубинах 0—20 м, здесь уловы достигали 5 т за траление. На глубинах 20—40 м максимальный улов достигал 3 т, а на глубинах свыше 40 м наибольший улов составлял всего 1,5 т.

Бортовым тралом было проведено 7 тралений. Первые опытные работы этим тралом показали недостатки его конструкции и ненадежность крепления шлангов рыбонасоса. Поставленная со значительной слабостью мелкая рубашка выдувалась внутри каркаса трала, затрудняя доступ криля в приемную часть рыбонасоса, и порой приводила к попаданию дели в клапан рыбонасоса.

Шланги рыбонасоса от натяжения на волне выскальзывали из-под хомутов крепления их к соединительным фланцам.

В дальнейшем эти недостатки были устранены: рубашка была прочно привязана к топенантам, места соединения шлангов были тщательно укреплены шнуровкой из стального тросика.

Последующие траления показали, что значительная конусность трала приводит к тому, что при малом количестве криль оседает на стенках трала и ввиду незначительного напора воды (вследствие малой скорости судна) не продавливается к всасывающему патрубку рыбонасоса.

Кроме этих трудностей, которые устранимы, имеются и другие недостатки, свойственные этому виду лова: 1) большая продолжительность спуска и подъема трала; 2) медленный переход судна с тралом от пятна к пятну; 3) ограниченность времени использования бортового трала по условиям погоды. Лов этим тралом возможен с БМРТ при ветре и волнении моря, не превышающих 3—4 балла.

ВЫВОДЫ

1. Разноглубинный 31-метровый трал с мелкочейными рубашками, несмотря на полученные промысловые уловы, нельзя считать полноценным орудием лова для криля.

Раскрытие 31-метрового трала в гужах 8×15 м, площадь поперечного сечения в устье 120 м^2 . Раскрытие в мелкочейной части с двумя рубашками $6,2 \times 12$ м (площадь сечения 61 м^2), с одной рубашкой $4,8 \times 8,2$ м (площадь сечения 31 м^2). Отношение площади устья к площади сечения в районе первой кольцевой рубашки равно 2, а к площади сечения в районе второй рубашки равно 3.

2. Основой для выбора параметров трала для лова криля должен быть характер скоплений и поведение объекта лова, а также буксировочная способность судна.

3. Характерными особенностями для криля является образование скоплений двух видов: небольших стай на глубине до 40—50 м и плотных у поверхности в виде заметных с борта судна красновато-бурых «пятен».

4. В связи с тем, что первый вид скоплений встречается чаще и имеет меньшую плотность, расчет параметров трала для лова криля целесообразно производить применительно к нему.

5. Исходя из толщины стай криля, оптимальное вертикальное раскрытие трала необходимо принять равным 20 м. Горизонтальное раскрытие должно быть не меньшим.

6. Наименьшую скорость облова криля можно принять 2—2,5 узла. Однако при применении существующих распорных средств скорость траления необходимо принять 3—3,5 узла.

7. На основе визуальных наблюдений за попаданием криля в бортовой трал и экспериментов в аквариуме можно считать, что криль в отличие от рыбы не боится надвигающихся сетей орудия лова и проходит через ячею. Размер ячеи, полностью задерживающей криля, определяется в $a = 8 \text{ мм}$ при нитке 34/9. Путем пересчета эквивалентный размер ячеи и нитки 10,7/18 определяется в $a = 12—14 \text{ мм}$. Проведенные расчеты показали, что для судна «Академик Книпович» может быть использован трал с раскрытием в гужах 20×20 м и в мелкочейной части 12×12 м. Площадь сечения мелкочейной части трала составит при этом свыше 140 м^2 , т. е. более чем в 2 раза, чем у 31-метрового трала с двумя конусными рубашками (61 м^2).

8. Дальнейшее совершенствование отработанных в экспедиции промысловых схем и создание специальных крилевых тралов дадут возможность повысить средний вылов.

9. Наиболее эффективные способы облова мелких стай в толще воды — обычное траление с досками, с предварительной тарировкой трала; при облове скоплений у поверхности — прицельное траление на циркуляции.

10. В плане дальнейших исследований по орудиям лова особое внимание должно быть уделено созданию легких (почти невесомых в воде) распорных средств для раскрытия трала.

УДК 639.28:639.2.065

**ОПЫТНО-ПРОМЫСЛОВЫЙ ЛОВ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ
С СРТР «ОРЕХОВО» И «ОБДОРСК»****В. М. Туполев**

В составе Южно-Антарктической научно-промысловой экспедиции в январе—марте 1965 г. в море Скотия работали АтлантНИРО, СРТР «Орехово» и «Обдорск». Главной задачей их было продолжение экспериментов с орудиями лова в целях повышения производительности добычи антарктического криля. Как известно, начало этим работам было положено в январе 1962 г. Тогда экспедиция на РТ «Муксун» выяснила принципиальную возможность добычи криля (Стасенко, 1965).

Были установлены следующие наиболее важные положения:

Криль свободно проходит сквозь ячею $a=30-40$ мм или повисает на нитке.

Криль обитает в поверхностном слое 0—50 м, образуя иногда скопления у самой поверхности.

Применение при постройке орудий лова мелкаячейной дели увеличивает сопротивление и нагрузки на трал.

Криль, собирающийся в кутце, образует более плотную массу, чем рыба. Трал, наполненный крилем, оказывает большее сопротивление, чем если бы он был с рыбой.

Эксперименты с орудиями лова обязательно должны включать поиск оптимального режима для данной конструкции. Нужно, с одной стороны, добиваться максимально возможного вылова на одно траление, с другой стороны, — избегать перегрузки, приводящей к авариям и потере улова.

Криль по-разному реагирует на движущееся сетное полотно. В одних случаях рачки совершенно безразличны к приближающемуся тралу, в других случаях стая пытается уходить из зоны действия бортового трала. Есть основание предполагать, что криль также ведет себя относительно сетного полотна разноглубинного и близнецового тралов.

План исследований на СРТР «Орехово» и «Обдорск» предусматривал опытно-промысловый лов следующими орудиями: разноглубинным 17,5-метровым тралом; близнецовым тралом 19/67; бортовым тралом I типа с рыбонасосной установкой; бортовым тралом II типа без рыбонасосной установки.

Кроме этого, на экипажи судов «Орехово» и «Обдорск» возлагалась задача определения возможности передачи улова с добывающего судна на базу в специальных передаточных мешках.

За время работы в море Скотия экспедицией выловлено около 120 т криля.

В табл. 1 приведены результаты промысловой работы «Орехово» и «Обдорск».

Таблица 1

Уловы криля СРТ «Обдорск» и «Орехово» в феврале—марте 1965 г. в море Скотия

Тип орудия лова	Число тралений	Общий вылов данным орудием лова, т	Количество часов траления	Вылов за 1 час траления, т
Разноглубинный 17,5-метровый трал	65	41,5	65,3	0,7
Близнецовый трал 19/67	5	11,4	14,0	0,8
Бортовой трал I типа	7	14,8	12,5	1,2
Бортовой трал II типа	36	53,1	33,1	1,6
Итого...	113	120,8	125,9	—

РАБОТА С РАЗНОГЛУБИННЫМ 17,5-МЕТРОВЫМ ТРАЛОМ

Для увеличения направляющей способности устья и мотни 17,5-метрового трала для его изготовления была использована дель с шагом ячеи соответственно $a=24$ мм и $a=12$ мм из нитки 10,7/12. Рубашку тралового мешка изготавливали из дели с шагом ячеи 6,5 мм, нитка 34/6. По верхней подборе трала равномерно подвязывали 60 металлических куктылей диаметром 200 мм, по нижней подборе — отрезки якорной цепи общей массой 120 кг. Длина кабелей по 50 м. Траловые доски — квадратные $= 2,5$ м², $P = 250$ кг.

Замеры параметров трала производились автографами ТАГ-30, ТАГ-70, ТАГ-150. Вертикальное раскрытие определялось разницей показаний верхнего и нижнего приборов, горизонтальное — по углу расхождения ваеров. Сопротивление тралов замерялось динамометрами ДР-3 и ДР-8 (табл. 2).

Данные по тарировке 17,5-метрового трала

Таблица 2

Длина ваеров, м	Количество оборотов главного двигателя	Скорость траления, узлы	Глубина хода верхней подборы, м	Глубина хода нижней подборы, м	Вертикальные раскрытия трала, м	Натяжение ваеров	
						колебание усилий	среднее значение
50	180	3,0	6,2	12,5	6,3	0,9—1,2	1,1
	200	3,4	6,0	12,5	6,5	1,2—1,4	1,3
	220	3,6	5,7	10,0	4,3	1,2—2,4	1,8
100	180	2,2	26,4	33,0	6,6	1,0—1,3	1,15
	200	2,6	21,1	27,5	6,4	1,3—1,8	1,55
	220	2,9	16,3	23,5	6,2	1,6—1,9	1,75
150	180	2,2	43,1	50,0	6,9	1,0—1,4	1,2
	200	2,4	37,3	44,0	6,7	1,2—1,5	1,35
	220	2,6	30,1	36,0	5,9	1,9—2,3	2,1

Из данных табл. 2 видно, что наименьшая глубина хода верхней подборы трала при минимальной длине ваеров (50 м) и максимально возможной скорости (220 оборотов главного двигателя — 3,6 узла) составила 5,7 м, вертикальное раскрытие — 4,3 м.

Первые траления (конец января) выполнялись на скоплениях, находящихся на глубине 30—50 м. В это время концентрации криля были очень разрежены и добиться высоких подъемов не удалось.

Данные, полученные в свое время на РТ «Муксун», позволили сравнить характер записей эхолота с величиной уловов. В 1965 г. в начале работы при облове стай, собирающихся у поверхности (слой от 3 до 10 м), было отмечено несоответствие величин улова и плотности записей на эхограмме. По-видимому, на судне, стремясь вывести трал в поверхностный слой, слишком завышали скорость. В результате уменьшалось вертикальное раскрытие. При слишком малых скоростях трал шел ниже скоплений или захватывал их только частично. Нужно иметь в виду, что высокие скорости траления вызывали совершенно ненужное возрастание динамических нагрузок. А это приводило к авариям трала.

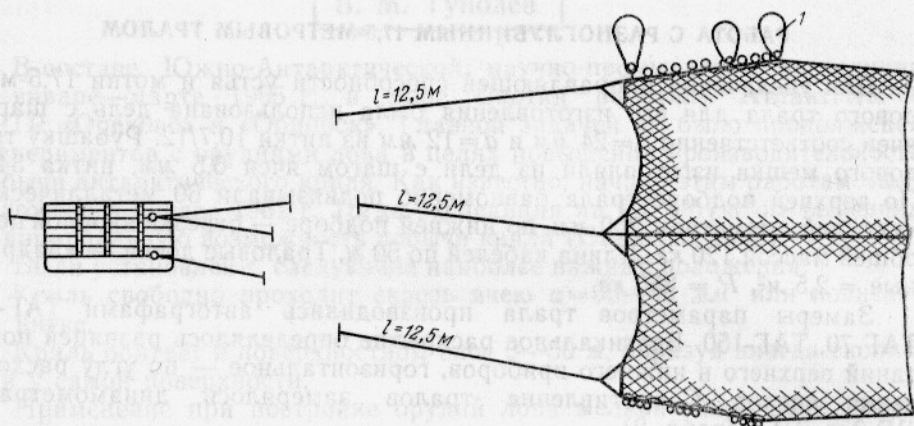


Рис. 1. Схема оснастки 17,5-метрового трала с дрейфтерными буями (I) по верхней подбуре.

Для более эффективного облова криля, держащегося на этих горизонтах, была изменена схема оснастки трала (рис. 1). К верхней подбуре подвязывали 5 дрейфтерных буйей, вместо пятидесятиметровых кабелей были поставлены голые концы длиной 12,5 м. Верхняя подбора шла теперь на глубине 0,5—0,6 м. Вертикальное раскрытие увеличилось до 9,5—10 м. Появилась возможность работать на пониженных скоростях (20—2,5 узла). В результате резко сократилось число аварий трала. Траления разноглубинным тралом проводили в основном с ваерами длиной 50 м. Судно шло по пологой циркуляции в сторону рабочего борта с тем, чтобы трал шел рядом с кильватерной струей.

В табл. 3 приводятся результаты работы с разноглубинным тралом. Для примера взяты три дня с различным числом тралений.

Резкое колебание суточных уловов и уловов в различное время суток объясняется недостаточностью наших знаний о поведении криля. В нашем распоряжении еще мало наблюдений за распределением и поведением криля. Эти наблюдения ведутся одновременно с экспериментальными обловами и дополняют друг друга. Именно поэтому трудно судить

Таблица 3

Показатели работы 17,5-метровым тралом

Показатели	Д а т а		
	9 февраля	12 февраля	13 февраля
Число тралений	6	9	3
Количество часов тралений	5,86	10	2,4
Суточный вылов, т	4,0	10,5	0,5
Средний улов за траление, т	0,7	1,2	0,2
Средний улов за 1 час траления, ц	0,7	1,1	0,2

о том, в какое время суток наиболее эффективна работа разноглубинным тралом.

Есть смысл сравнить результаты экспериментов с разноглубинным тралом настоящей экспедиции и экспедиции на РТ «Муксун». На РТ «Муксун» работали 31-метровым тралом обычной конструкции. Средний вылов за 1 час траления составил 0,2 т. Это в три раза меньше, чем при тралении 17,5-метровым тралом.

В процессе опытно-промысловых работ сделан еще один шаг по повышению прочности орудий лова. Но тем не менее следует отметить недостаточную прочность рубашек, изготовленных из дели 34/6 с шагом ячеи 6,5 мм. По приближенным подсчетам потеря улова из-за порывов крилевых рубашек составила около 30% от общего вылова.

Затраты времени на ремонт достигали 1,0—1,5 часа после каждого 2—3-тонного подъема. В дальнейшем для изготовления крилевых рубашек можно использовать дель с шагом ячеи 8 мм из нитки 10,7/4. Каркасы мешков необходимо изготавливать из капронового сеточника диаметром — 3,1 мм.

В целом конструкцию разноглубинного трала для лова криля можно считать удачной. Трал 17,5-метровый позволяет вполне удовлетворительно решать задачи освоения промысла этого нового объема.

БОРТОВЫЕ ТРАЛЫ

Бортовые тралы предназначены для облова стай криля, концентрирующихся у самой поверхности воды. Необходимое вертикальное и горизонтальное раскрытие трала обеспечивается применением сварной жесткой рамы размером 5×5 м.

Трал буксируется на выстреле длиной 8 м, установленном перпендикулярно борту судна. Выстрел крепится системой оттяжек. С выстрелом рама трала соединяется при помощи четырех кабелей. На прямом курсе трал идет от борта на расстоянии 2 м. При тралении от сопротивления сетного мешка рама стремится выйти из воды. Для обеспечения стабильного хода нижней подборы на необходимой глубине (4,5—4,8 м) к нижнему биму распорной рамы крепится углубитель. Углубитель представлял собой стальную пластину (4500 мм×400 мм×8 мм), которую прикрепляют к нижнему биму рамы на специальных кронштейнах. Угол атаки углубителя — 33—35°. Вскоре после начала работы углубитель был снят. Нижний бим рамы, воспринимающий сопротивление углубителя в виде равномерно распределенной нагрузки, не выдержал и прогнулся. Стрела прогиба составила 150 мм. Угол атаки углубителя увеличился до 60°. Вследствие этого он перестал выполнять свои функции. Кроме того, оказалось, что при спуске и подъеме

дель трала волной накладывается на острые углы углубителя и рвется. Вместо углубителя по концам нижнего бима рамы подвешены два груза по 50 кг.

Скорость траления выбирается с таким расчетом, чтобы верхний бим трала поднимался над поверхностью воды не более чем на 0,4—0,6 м. Наиболее подходящей оказалась скорость 1,5—2,0 узла. Увеличение скорости траления требует увеличения загрузки рамы. При этом резко возрастает сопротивление трала, а это вызывает порывы мешка.

Как уже было сказано выше, в сезон 1964/65 г. испытывались бортовые тралы двух типов.

БОРТОВОЙ ТРАЛ ВТОРОГО ТИПА

Каркас трала II типа изготавливается из дели с шагом ячеи $a=50$ мм, нитка 10,7/18 (рис. 2 и 3). Рубашка из дели $a=6,5$ мм, нитка 34/6. Буксировка трала проводилась на прямом курсе. Судно, идя с тралом, сохраняет высокую маневренность. При движении по циркуляции в сторону рабочего борта трал далеко отходит от судна. Величина удаленности зависит от длины кабелей, скорости судна и силы ветра. При перекладке руля на 10—15° в противоположную сторону рама вплотную прижи-

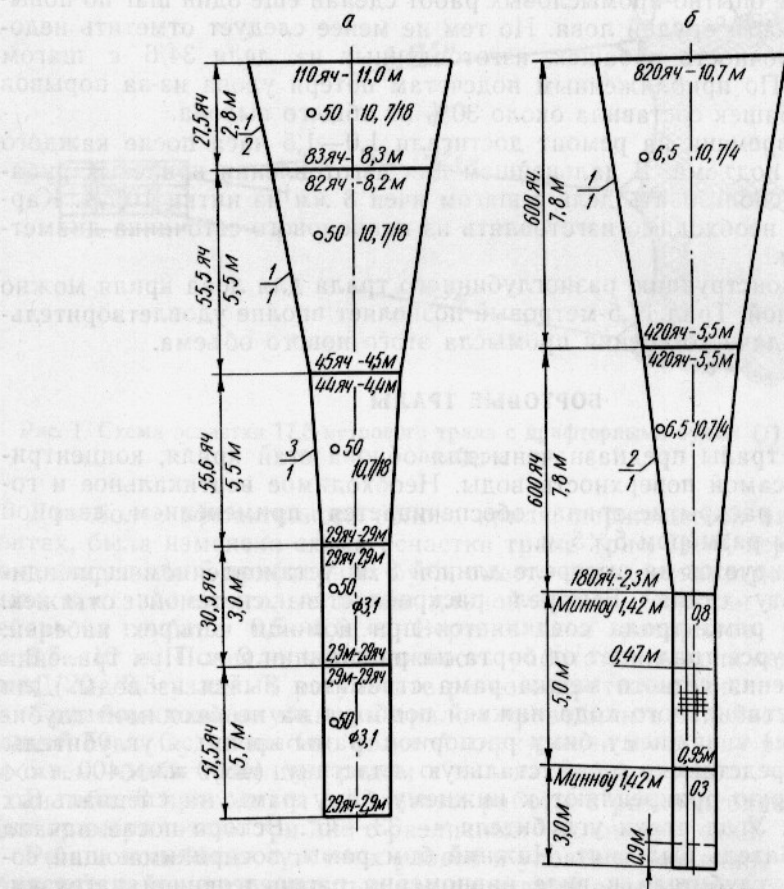


Рис. 2. Бортовой трал второго типа (кривая рубашка частично изготовлена из дели «Минноу»):

а — каркас; б — рубашка

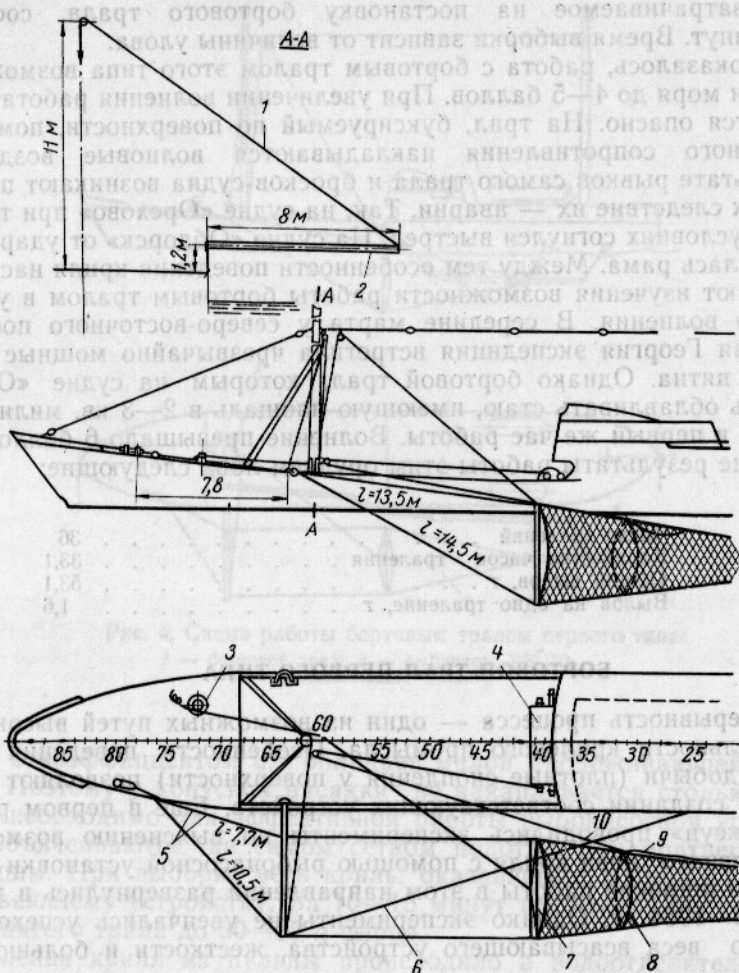


Рис. 3. Крепление выстрела и схема буксировки бортового трала второго типа:

1 — топенант выстрела; 2 — выстрел; 3 — эл. шпиль; 4 — траловая лебедка; 5 — носовые штаги; 6 — кормовой штаг; 7 — распорная рама; 8 — бортовой трал; 9 — линия дележного стропа; 10 — линия удавного стропа

мается к борту, куток уходит под корпус. Учитывая это обстоятельство, длина кабелей, на которых буксируется трал, выбирается с таким расчетом, чтобы трал не доходил до винта.

Пятна криля в нормальную погоду (без тумана и снежных зарядов) видны невооруженным глазом на расстоянии 5—7 кабельтовых. Поэтому судно всегда может совершить необходимый маневр и правильно выйти на скопление. При буксировке бортового трала через плотное пятно степень наполнения его хорошо видна с мостика судна. Поскольку длина самого мешка бортового трала ограничена, выливка из него больших уловов (6—7 т) довольно сложна. Вот почему важно не допускать переполнения и своевременно начинать выборку. При подъеме трала рама шкентелем сушилки подтягивается к борту. Одновременно выбирается линия удавного стропа. При условии, что трал не переполнен, дележка и подъем улова производятся так же, как и в обычных тралах. Излишнее переполнение трала чаще всего приводило к аварии и потере улова.

Время, затрачиваемое на постановку бортового трала, составляет 8—10 минут. Время выборки зависит от величины улова.

Как оказалось, работа с бортовым тралом этого типа возможна при волнении моря до 4—5 баллов. При увеличении волнения работать с ним становится опасно. На трал, буксируемый по поверхности, помимо его собственного сопротивления накладываются волновые воздействия. В результате рывков самого трала и бросков судна возникают перегрузки, а как следствие их — аварии. Так, на судне «Орехово» при тралении в таких условиях согнулся выстрел. На судне «Обдорск» от удара о борт разрушилась рама. Между тем особенности поведения крыла настоятельно требуют изучения возможности работы бортовым тралом в условиях сильного волнения. В середине марта у северо-восточного побережья о. Южная Георгия экспедиция встретила чрезвычайно мощные поверхностные пятна. Однако бортовой трал, которым на судне «Орехово» пытались облавливать стаю, имеющую площадь в 2—3 кв. мили, вышел из строя в первый же час работы. Волнение превышало 6 баллов.

Общие результаты работы этим орудием лова следующие:

Число тралений	36
Количество часов траления	33,1
Общий вылов, т	53,1
Вылов на одно траление, т	1,6

БОРТОВОЙ ТРАЛ ПЕРВОГО ТИПА

Непрерывность процесса — один из возможных путей высокой производительности крилевого промысла. Особенности поведения самого объекта добычи (плотные скопления у поверхности) позволяют ставить вопрос о создании соответствующих устройств. Еще в первом рейсе на РТ «Муксун» проводились эксперименты по выяснению возможности непрерывного лова крыла с помощью рыбонасосной установки РБ-150. Наиболее широкие работы в этом направлении развернулись в экспедиции 1963—1964 гг. Однако эксперименты не увенчались успехом из-за большого веса всасывающего устройства, жесткости и большого веса шлангов.

В процессе работы экспедиции 1964—1965 гг. также выполнялись серии опытных тралений. К кутковой части бортового трала (рис. 4) присоединялась конусная насадка. Всасывающая линия шлангов состоит из палубной и забортной ветвей. Длина палубной ветви — 16 м, забортной — 28 м. За борт шланг выводился через лаз-порт, сделанный в левом фальшборте в районе 40—42 шпангоутов. В качестве рыбонасоса использовался РБ-150 с электродвигателем мощностью 19 кВт, производительностью по воде 287 м³/ч. Обратный клапан ставили на первом соединении шлангов, находящихся за бортом, считая от судна. Для поддержания забортной ветви на плаву в местах соединения шлангов подвязывали дрейфтерные буи на поводках длиной 1,7 м. Шланги заливали водой при помощи пожарной магистрали. Судно в это время шло самым малым ходом.

Ветвь шлангов за бортом резко снижает маневренность судна. Когда рабочий борт оказывается подветренным, шланги уходят под корпус. А это может привести к повреждению их при ударах о выступающие части судна.

Максимальная производительность рыбонасосной установки при буксировке трала по поверхностным скоплениям составила всего около 2,5 т/ч. Все дело в том, что дель рубашки с шагом ячеи 6,5 мм при

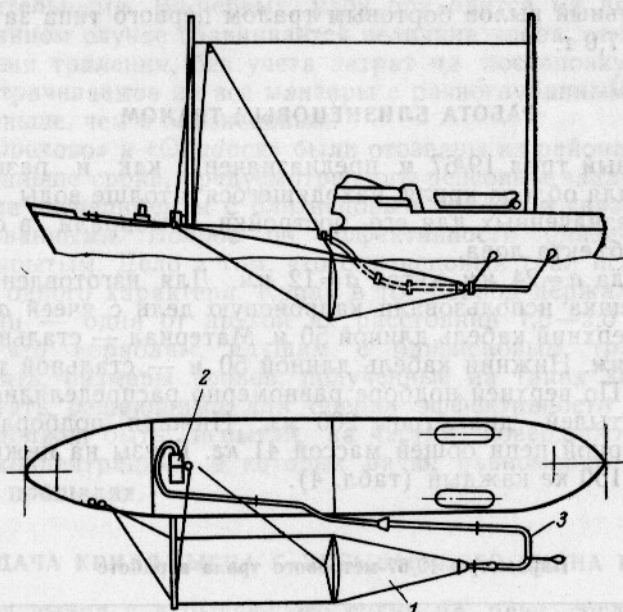


Рис. 4. Схема работы бортовым тралом первого типа:

1 — бортовой трал; 2 — рыбонасос РБ-150;
3 — всасывающие шланги

посадке с коэффициентом 0,5 обладает малой процеживающей способностью. Поэтому у конусной насадки не накапливается столько криля, сколько необходимо для эффективной работы рыбонасосной установки. Рачки объедаются на самом сетном полотне. Это подтверждается следующим. При выборке весь криль, оказавшийся в трале, сбивается к всасывающему устройству. За 10—15 минут рыбонасос откачивает из полуподнятого трала до 30—35 ц сырка.

Отделение криля из пульпы происходило в водоотделителе вертикального типа. Обычная высота всасывания около 2,8 м. Мощность насоса вполне достаточна для подъема смеси. Слив воды регулировался заслонкой таким образом, чтобы криль поступал из водоотделителя с небольшим количеством воды. Окончательно вода отцеживается на отводном лотке.

В сливной лоток, как правило, криль не попадает. А если рачки и оказываются там, то только в виде клочьев.

Результаты экспериментальных работ бортовым тралом приведены ниже.

Число тралений	7
Количество часов тралений	12,5
Общий вылов, т	14,8

Из них экспериментальных тралений для наладки рыбонасосной установки:

Число тралений	3
Количество часов тралений	4,5
Общий вылов, т	0,5
Число опытно-промысловых тралений	4
Часов тралений	8
Общий вылов, т	14,3
Средний улов за 1 час траления, т	17,8

Максимальный вылов бортовым тралом первого типа за одно траление составил 7,0 т.

РАБОТА БЛИЗНЕЦОВЫМ ТРАЛОМ

Близнецовый трал 19/67 м предназначен, как и разноглубинный трал 17,5 м, для облова криля, находящегося в толще воды. Ассортимент делей, предназначенных для его постройки, выбирали в соответствии с размером объекта лова.

Устье трала $a=24$ мм, куток $a=12$ мм. Для изготовления рубашки тралового мешка использовали капроновую дель с ячейей $a=6,5$ мм из нитки 34/6. Верхний кабель длиной 50 м. Материал — стальной трос диаметром 12,5 мм. Нижний кабель длиной 50 м — стальной трос диаметром 15,5 мм. По верхней подборе равномерно распределялись 50 металлических кухтылей диаметром 200 мм. Нижняя подборка загружена звеньями якорной цепи общей массой 41 кг. Грузы на нижних кабелях имели массу 150 кг каждый (табл. 4).

Таблица 4

Параметры 19/67-метрового трала в работе

Ветер, баллы	Волнение, баллы	Скорость траления, узлы	Горизонт хода нижней подборы трала	Вертикальное раскрытие	Соотношение длины ваеров		Показания динамометра	
					верхнего	нижнего	верхнего	нижнего
0—1	0—1	2,0	6,5	6,1	0	0	0,8	
		2,0	6,8	6,4	0	+3	1,1	
		1,9	7,5	7,1	0	+6	1,7	
		2,3	5,0	4,6	0	0	1,2	1,2
1—1	0—1	2,5	5,6	5,2	0	+5	2,6	0,8
		2,5	5,3	4,9	0	+10	3,2	0,5

Примечания: 1. Длина ваеров 100 м.

2. Горизонт хода верхней подборы трала 0,4.

Результаты работы этим тралом следующие:

Число тралений	5
Количество часов траления	14
Общий вылов, т	11,4
Улов за 1 час траления, т	0,8
(на два судна)	

Все траления близнецовым тралом исключительно экспериментальные. В процессе их выполнения шли поиски наиболее оптимального режима буксировки, способов постановки и выборки. Из данных табл. 4 видно, что вертикальное раскрытие трала менялось в довольно широких пределах. Наибольшее раскрытие, равное 7,1 м, получено в том случае, когда к верхней подборе подвязывались дрейфтерные буй. Маневрирование ваерами также меняло величину раскрытия. Как правило, нижний ваер перетравливался относительно верхнего на 6 м. Перетравливание нижнего ваера до 10 м вызывало уменьшение раскрытия. При этом резко возрастала нагрузка на верхний ваер, составив 3,2 т при скорости 2,5 узла. При стравливании ваеров до 150 м трал заглублялся и шел ниже горизонта концентрации.

В среднем улов на 1 час траления близнецовым тралом оказался выше улова при разноглубинном тралении (близнецовый — 0,8 т, разноглубинный — 0,7 т). Однако эти результаты нельзя считать сколько-нибудь

удовлетворительными. Во-первых, улов приходится на два судна. Во-вторых, в данном случае сравнивается величина улова, отнесенная только ко времени траления, без учета затрат на постановку и выборку. А время, затрачиваемое на все маневры с разноглубинным тралом, значительно меньше, чем с близнецовым.

СРТР «Орехово» и «Обдорск» были отозваны из района моря Скоттия несколько раньше срока, предусмотренного рейсовым заданием, опытно-промысловые эксперименты с близнецовым тралом в связи с этим оказались прерванными. Вопрос об эффективности близнецового трала остается открытым. Дело в том, что близнецовый трал испытывался на скоплениях одного характера. Крыль в тот период держался разреженными стаями — одна от другой на расстоянии 1,5—2,0 кабельтовых. Учитывая, что кораблям, идущим с близнецовым тралом, трудно маневрировать, размеры уловов, полученные на таких концентрациях, нельзя считать решающими для оценки эффективности близнецового трала. Он должен быть испытан на частях поверхностных пятен на сплошных концентрациях, в которых рачки равномерно распределены на больших площадях.

ПЕРЕДАЧА КРИЛЯ-СЫРЦА С ДОБЫВАЮЩЕГО СУДНА НА БАЗУ

Передача сырца с добывающего судна на базу согласно проекту должна была производиться в брезентовых мешках (рис. 5). Они имели в длину 5 м и сшивались из четырех полос шириной 1 м каждая. Мешок подвешивали на глаголь-гаках к специальному кронштейну за бортом судна. Через кольца на верхней подборе пропускали стяжной трос диа-

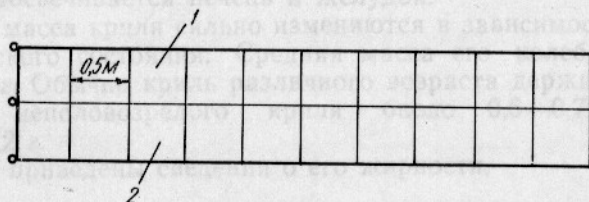


Рис. 5. Передаточный мешок:

1 — брезентовый мешок; 2 — прожилыны

метром 15,5 мм. Мешок заполнялся крилем, после чего судно становилось на бакштов. Стяжной трос крепился скобой к вытяжному концу, поданному с базы. Затем отдавались глаголь-гаки. Под тяжестью криля мешок тонул и стяжной трос затягивался.

Первая же попытка поднять в брезентовом мешке на борт судна «Академик Книпович» 4 т криля окончилась неудачей. В то время, когда мешок подымали по слипу, отваливалось дно. Улов был потерян, немедленно предпринимались меры для повышения прочности. Мешок подкрепили при помощи поперечных и продольных прожилин (см. рис. 5). Продольные прожилыны подкрепили швы мешка. Поперечные прожилыны ставили через 0,5 м. Однако это не помогло. При подъеме семитонного улова не выдержали нитки, которыми были сшиты полосы мешка. В то же время рвался и сам брезент около швов.

Недостаточная прочность — не единственный недостаток брезентовых мешков. Во время передачи мешка к борту базы в него набирается вода. При выливке улова образовавшаяся пульпа растекается по палубе базы. В результате теряется много растворимого белка.

Однако вопрос о передаче уловов в целом нельзя считать решенным. Главный недостаток передачи в мешках — потеря качества сырца. Для пищевых целей сырец становится непригодным вовсе.

1. Разноглубинный и бортовой тралы в обоих вариантах отвечают условиям промысла с судов типа СРТР и РТ. Работы по их улучшению должны быть продолжены. Особое внимание следует уделить совершенствованию трала с рыбонасосной установкой.

ЛИТЕРАТУРА

Стасенко В. Д. Определение рациональных способов лова криля и промысловой эффективности выбранных орудий лова. Сб. «Антарктический криль». Калининград, АтлантиНИРО, 1965.

УДК 664.951.81.014

ТЕХНОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРИЛЯ

М. И. Крючкова, О. Е. Макаров

Криль (*Euphausia superba* Dana) является основным представителем зоопланктона антарктических вод и составляет основную пищу животных Антарктики от рыб до усатых китов.

Наши исследования были проведены в море Скотия (в районах Южных Оркнейских островов и о. Южная Георгия) с января по март 1965 г. включительно.

Криль — рачок размером 3—5 см. Выловленный криль имеет окраску от бледно-розовой до красно-кирпичной. Он прозрачен, через покровы карапакса просвечивается печень и желудок.

Размер и масса криля сильно изменяются в зависимости от возраста и биологического состояния. Средняя масса его колеблется в пределах 0,3—1,2 г. Обычно криль различного возраста держится обособленно. Масса неполовозрелого криля около 0,6—0,7 г. Взрослый криль 1,0—1,2 г.

В табл. 1 приведены сведения о его жирности.

Таблица 1

Половой состав скоплений криля и показатели содержания влаги и жира

Глубина траления, м	Район лова и номер станции	Половой состав, %			Содержание, %	
		самцы	самки	молодь	влаги	жира
20—30	К югу от Оркнейских островов, ст. 62	6	2	92	74,5	5,8
	Оркнейские острова					
60	ст. 100	58	27	15	82,3	1,1
15—20	ст. 125	34	38	22	78,0	2,6
35—40	ст. 128	27	51	22	78,5	2,6
10—20	ст. 142	6	27	67	76,1	3,3
10	Между Сандвичевыми и Орк- нейскими островами, ст. 157	—	—	99	77,0	4,2
	О. Южная Георгия					
130—150	ст. 165	41	24	35	79,3	1,5
Поверхность	ст. 172	—	—	99	73,9	4,2
10—40	ст. 176	2,5	1,5	96	77,6	4,6
10—40	ст. 178	0,5	1,5	98	79,0	3,2
10—40	ст. 185	2,0	6,8	92	75,0	6,3

Из данных табл. 1 видно, что возрастной состав скоплений криля различен. Содержание жира у него колеблется в пределах 1,1—5,8% и зависит от возрастного состава скоплений. Чем больше в скоплениях неполовозрелого криля, тем выше средняя жирность пробы сырца.

Анализ содержания жира в криле одного и того же улова, отдельно для самцов, самок и неполовозрелых особей (молодь), показал следующее (табл. 2).

Таблица 2

Содержание жира и влаги у самцов, самок и молоди криля

Половой состав	19 февраля			2 марта			11 марта		
	влага, %	жир, %	жир на сухое вещество, %	влага, %	жир, %	жир на сухое вещество, %	влага, %	жир, %	жир на сухое вещество, %
Самцы	—	—	—	76,4	1,6	6,8	79,3	1,8	8,7
Самки	79,1	2,8	13,4	75,5	4,2	17,1	75,0	4,3	17,2
Молодь	75,9	4,9	20,4	75,2	4,4	17,7	73,7	7,2	27,4

Из данных табл. 2 видно, что содержание жира в неполовозрелом криле наиболее высокое 4,4—7,2% и в пересчете на сухое вещество составляло почти 30%.

В табл. 3 приведен химический состав криля свежего и вареного целиком и отдельно мяса.

Таблица 3

Химический состав криля и его мяса

Объекты анализа	Содержание, %			
	влаг	жира	белка	зола
Криль свежий целиком	73,7—82,3	1,1—5,8	12,5—17,7	2,3—3,4
Криль вареный целиком	80,5	1,7	15,0	1,8
Мясо криля сырое	77,3	2,0	18,0	1,8
Мясо криля вареное	78,2	1,8	19,0	0,9

По химическому составу и вкусовым качествам криль не отличается от мелких креветок. Так, черноморская креветка содержит около 17% белка и 2,0—2,5% жира. Мясо криля отличается нежным приятным вкусом.

Выловленный криль очень быстро портится, так как в его печени и желудке находится, видимо, большое количество активных ферментов, вызывающих быстрое развитие автолиза. Уже через два часа после вылова цвет криля начинает меняться: общая окраска бледнеет, исчезает прозрачность и темнеет желудок. Даже кратковременное хранение криля в неохлажденном виде создает благоприятные условия для жизнедеятельности бактерий, что ускоряет его порчу.

Для пищевых целей можно использовать только свежевыловленного криля, поэтому определение оптимальных сроков его хранения имеет первостепенное значение. Для установления этих сроков были проведены опыты хранения криля в деревянных ящиках размером 41×41×23 см, на палубе при температуре 3+5° С и в рыбообраба-

тывающем цехе при температуре 16+18° С. Высота слоя криля в ящиках в том и другом случае была 20 см. Качество криля определялось органолептически. Результаты наблюдений приведены в табл. 4.

Изменение качества криля при хранении

Таблица 4

Время хранения	Органолептические показатели	
	при 4° С	при 16° С
Криль свежевылов- ленный	Криль свежий. Окраска яркая. Прозрачный. Незначительные механические повреждения. Желудки целые, наполненные	Криль свежий. Окраска яркая. Прозрачный. Незначительные механические повреждения. Желудки целые, наполненные
Через 2 час.	Криль свежий. Окраска яркая. Прозрачный. Желудки целые	Криль свежий. Окраска бледно-розовая. Отдельные экземпляры прозрачны. Желудки целые
Через 4 час.	Криль свежий. Окраска яркая. У отдельных экземпляров головогрудь непрозрачна. Желудки и печень в основном целые	Криль бледно-розовый. Желудки и печень у большинства экземпляров лопнули. Головогрудь непрозрачна
Через 6 час.	На поверхности слоя окраска криля и качество его такие же, как и после 4 час. хранения. В нижнем слое желудки и печень у криля лопнули, выделяется зеленая жидкость	На поверхности слоя криль бледный, непрозрачный, желудки и печень у него лопнувшие. В нижнем слое криль имеет дряблую консистенцию. Отмечается значительное выделение жидкости темно-зеленого цвета

Заметное ухудшение качества криля при хранении можно характеризовать изменением содержания азота летучих оснований. Для химических анализов пробы готовили из целого криля. Хранился криль при температуре 5—7° С. Изменение содержания в нем азота летучих оснований при этом было следующим: через 2 часа — 5,6 мг%; через 24 часа — 16,8 мг%; через 48 часов — 30,8 мг% и через 72 часа — 65,8 мг%.

Из приведенных данных и табл. 4 видно, насколько быстропортящимся продуктом является криль. Для приготовления пищевых продуктов из криля срок хранения его на палубе при температуре 2—4° С не должен превышать 4 часов с момента его вылова.

Поэтому получение пищевых продуктов из криля возможно только из сырца, добытого судном, производящим его обработку. Перегрузка криля, предназначенного для изготовления пищевых продуктов, с добывающих судов на базу-матку полностью исключается. Криль для пищевых целей может храниться либо в охлаждаемых трюмах, либо на палубе в специальных ящиках из нержавеющей стали слоем не более 20—30 см.

Вареный криль в замороженном виде сохраняется значительно лучше, чем сырой.

Наблюдения за изменением содержания азота летучих оснований в сыром мороженом и вареном мороженом криле показаны в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что нарастание азота летучих оснований сырого криля происходит весьма интенсивно, при хранении вареного криля этого не наблюдается.

Таблица 5

Изменение азота летучих оснований, мг %

Вид криля	Длительность хранения при 5—7° С	
	3 суток	4 суток
Сырой мороженный	37,8	65,8
Вареный мороженный	2,8	9,8

ВЫВОДЫ

1. Криль представляет собой ценный сырец для получения пищевых продуктов. Химический состав и вкусовые качества его не отличаются от химического состава и вкусовых качеств мелких креветок.

2. Белок к общему весу криля составляет от 12,5 до 17,7%. В среднем 15—16%. Жир у откормившейся за лето молоди достигает 6—7%. У взрослых самок жир не превышает 3—4%. У самцов количество жира наименьшее 1,0—1,8%.

3. Криль быстро портится, и сырец, предназначенный для изготовления пищевой продукции, может храниться на палубе при температуре 2—4°С не более 4 часов.

4. Наилучшим способом сохранения криля является замораживание его в вареном виде, хранение при температуре не выше —20—25°С.

ЛИТЕРАТУРА

- Лагунов Л. Л. и Ревина Н. И. Что и как можно приготовить из креветки, мидии, устрицы, морского гребешка, кальмара и трепанга. М., Пищепромиздат, 1964.
- Кизеветтер И. В. Лов и обработка промысловых беспозвоночных дальневосточных морей. Владивосток, 1962.

УДК 597.562(261/264)

**МАТЕРИАЛЫ ПО БИОЛОГИИ ПУТАССУ
(MICROMESISTIUS AUSTRALIS NORMAN)****Д. А. Шубников, Ю. Е. Пермитин, С. П. Возняк**

Одним из наиболее интересных в промысловом отношении видов, обитающих в юго-западной части Атлантического океана и прилегающих к нему антарктических водах, является путассу (*Micromesistius australis* Norm.). До работ Южно-Атлантической экспедиции имелись крайне скудные данные по этому виду, касающиеся в основном его распределения, поэтому собранные экспедицией сведения о биологии путассу имеют теоретическое значение и представляют большой практический интерес.

Путассу была впервые описана Нормэном (Norman, 1937) по 33 экз., пойманым в районе Патагонского шельфа к югу 45° ю. ш. и у Фолклендских островов. Именно эти районы и указываются как ее ареал. Как Нормэн, так и А. Н. Световидов (1948) указывают на то, что область распространения путассу, по-видимому, несколько шире указанных границ. В последующие годы при изучении Атлантического сектора Антарктики рядом экспедиций отдельные экземпляры путассу обнаруживались южнее Фолклендских островов (Hart, 1946). По устному сообщению сотрудника Атлантического института морского рыбного хозяйства и океанографии Б. И. Михеева, во время экспедиции в Антарктику в 1961—1962 гг. на РТ «Муксун» путассу была обнаружена в море Скотия.

В 1962—1963 гг. норвежскими китобойными судами путассу была обнаружена в районе Южных Оркнейских островов. В первый раз эта рыба была поймана в нескольких милях от базы, находившейся в точке 59°40' ю. ш. и 47°21' з. д., в 60 милях от о. Коронейшен, на глубине 32 м, около 20 экз. — в 38 милях от о. Кларенс. Лов проводился ярусами на живку на глубине около 30 м (Merrett, 1963). По данным Харта (Hart, 1946), путассу ловилась на западе банки Бердвуд. Вот, по существу, и все литературные данные, касающиеся этого вида.

В 1965 г. путассу была обнаружена экспедицией в районе Южных Оркнейских островов (рис. 1). Стаи этой рыбы придерживались зоны шельфа над глубинами 300—400 м. В этом районе путассу активно питалась крилем. Скопления состояли исключительно из крупных особей, пришедших в воды Антарктики после размножения. Следует полагать, что район Южных Оркнейских островов не является единственным, где встречается путассу. Отдельные экземпляры путассу были обнаружены судами АтлантиНИРО «Орехово» и «Обдорск» в 1965 г. в районе Южных Шетландских островов.

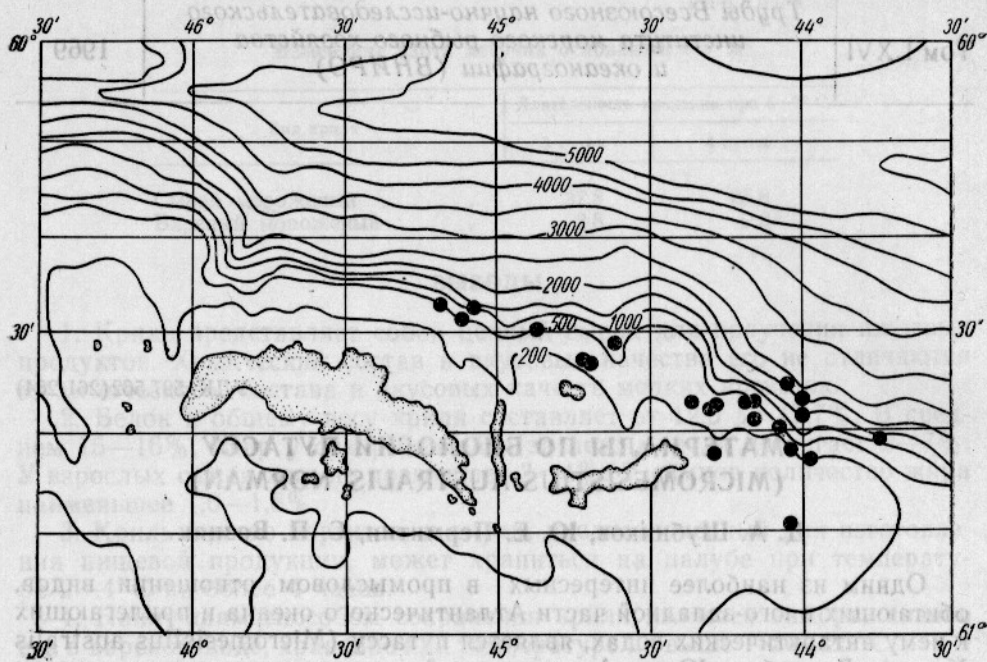


Рис. 1. Места тралений путассу в районе Южных Оркнейских островов

Можно предположить, что нагуливающаяся на скоплениях криля путассу может доходить в период антарктического лета до кромки льдов, так как распределение ее в этот период, безусловно, определяется распространением скоплений криля — главного объекта питания. Отдельные экземпляры путассу отмечались в наших траловых уловах на шельфе о. Южная Георгия — это также были взрослые особи.

Интересный материал по распространению путассу был получен во время траловых работ на свале Фолклендско-Патагонского шельфа с 17 по 31 марта 1965 г. На всем протяжении обследованного района до залива Рио-де-Ла-Плата в уловах неизменно встречалась путассу.

Таким образом, ареал путассу оказался значительно более широким, чем указывали предшествующие исследователи (рис. 2). Мы считаем возможным проникновение нагуливающихся особей путассу в районы, прилегающие к юго-западной части Южной Америки, в район Южных Сандвичевых островов, не исключена возможность, что путассу и на севере своего ареала заходит несколько дальше залива Рио-де-Ла-Плата, опускаясь при этом на более значительные глубины.

Для того чтобы выяснить, имеются ли морфологические различия у путассу из моря Скотия и Фолклендско-Патагонского района, мы провели морфометрический анализ 100 рыб (по 50 из каждого района) по схеме, принятой для рыб семейства тресковых.

Проведенный анализ показал, что как в море Скотия, так и в Фолклендско-Патагонском районе путассу имела одни и те же меристические и пластические признаки. В настоящей статье мы приводим основные. Первый спинной плавник имеет 11—14 лучей, второй — 11—15, третий — 22—27. Первый анальный — 32—36 лучей; второй — 22—27 лучей. Количество позвонков колеблется в пределах 53—56. Мы не будем подробнее останавливаться на морфологии путассу, так как этот вопрос

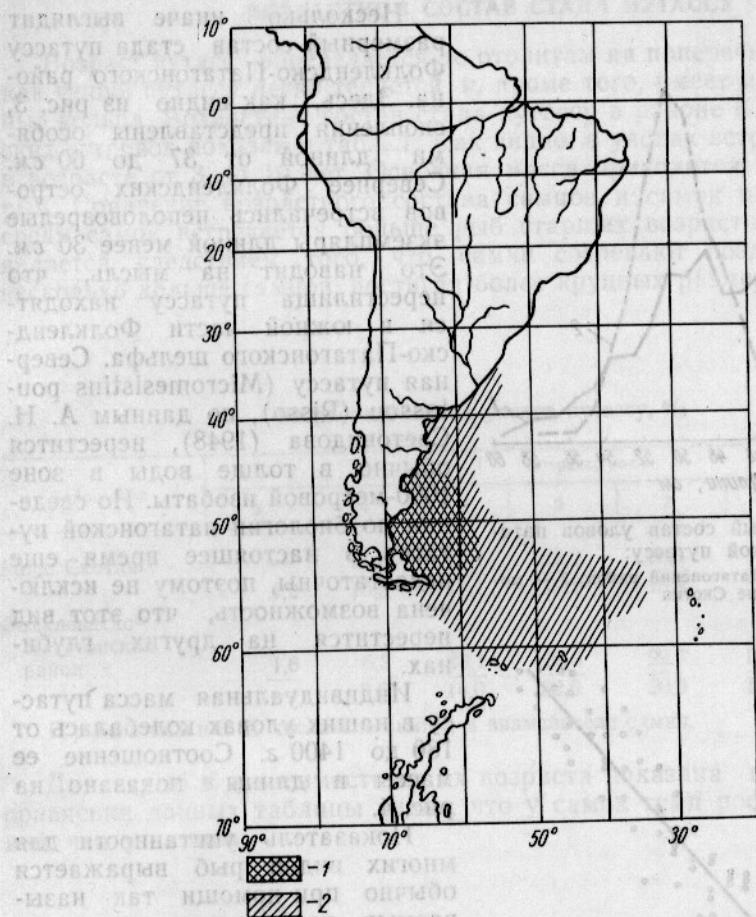


Рис. 2. Ареал патагонской путассу:

- 1 — ареал путассу по данным А. Н. Световидова (1948);
2 — ареал путассу по материалам первой экспедиции судна «Академик Книпович»

является предметом самостоятельного исследования. Следует подчеркнуть, что на протяжении всего ареала, вероятно, обитает одна популяция, что крайне важно при изучении путассу.

Размерный состав уловов путассу из района Южных Оркнейских островов и из Фолклендско-Патагонского района имеет некоторые различия.

На рис. 3 показан размерный состав уловов путассу из моря Скоттия (Южные Оркнейские острова) и из Фолклендско-Патагонского района. Как видно из рисунка, длина выловленных рыб колеблется в пределах 40—58 см.

А. Н. Пробатов и Б. И. Михеев (1965) также отмечают, что в море Скоттия длина путассу не превышает 60 см. Кривая размерного ряда одновершинная, с очень хорошо выраженной модальной группой, лежащей между 49 и 51 см. Средний размер рыб этой популяции составляет 49,9 см. Такой характер кривой свидетельствует о том, что в данном случае мы имеем дело с обособленно нагуливающейся после нереста группой взрослых особей, сходных по своему биологическому состоянию.

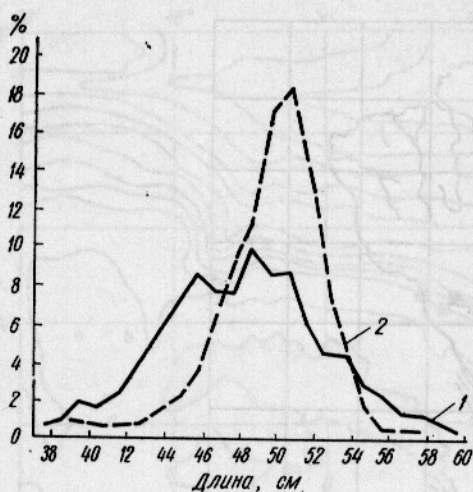


Рис. 3. Размерный состав уловов патагонской путассу:

1 — Фолклендско-Патагонский район; 2 — море Скотия

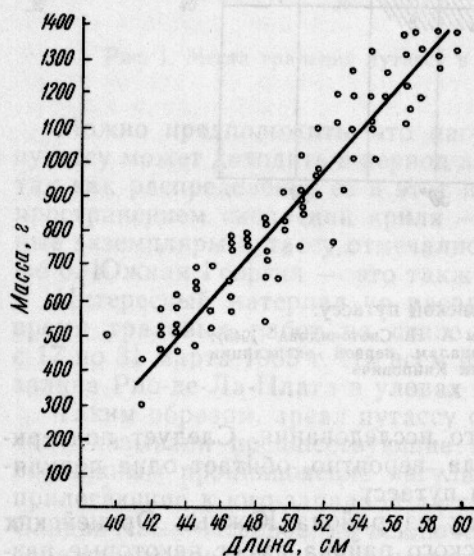


Рис. 4. Соотношение длины и массы патагонской путассу

Несколько иначе выглядит размерный состав стада путассу Фолклендско-Патагонского района. Здесь, как видно из рис. 3, скопления представлены особями длиной от 37 до 60 см. Севернее Фолклендских островов встречались неполовозрелые экземпляры длиной менее 30 см. Это наводит на мысль, что нерестилища путассу находятся в южной части Фолклендско-Патагонского шельфа. Северная путассу (*Micromesistius putassou* (Risso), по данным А. Н. Световидова (1948), нерестится обычно в толще воды в зоне 1000-метровой изобаты. Но сведения по биологии патагонской путассу в настоящее время еще недостаточны, поэтому не исключена возможность, что этот вид нерестится на других глубинах.

Индивидуальная масса путассу в наших уловах колебалась от 180 до 1400 г. Соотношение ее массы и длины показано на рис. 4.

Показатель упитанности для многих видов рыб выражается обычно при помощи так называемых коэффициентов упитанности по Фультону и Кларк, основанных на соотношении массы тела и длины. В то же время упитанность должна в той или иной степени отражать жирность рыбы. Поэтому для тресковых рыб наиболее правильным показателем, характеризующим жирность, является отношение массы печени к массе тела, так как для всех представителей этого семейства жировым «депо» служит исключительно печень.

Наиболее высокий показатель жирности (масса печени) наблюдается у путассу, откармливающейся в море Скотия, он составляет в среднем 10%. Относительная масса печени путассу, выловленной в Фолклендско-Патагонском районе, несколько ниже и не превышает 7%. Такие различия в массе печени, безусловно, связаны с различием в характере питания путассу в море Скотия и в Фолклендско-Патагонском районе. В море Скотия путассу в период нагула имеет практически неисчерпаемую кормовую базу, в то время как в северных районах условия ее откорма значительно хуже.

ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ СТАДА ПУТАССУ

Возраст путассу определяется по отолитам на поперечном шлифе, так как чешуя путассу легко теряется и, кроме того, имеет плохо выраженные кольца. Возрастной состав стада путассу в районе Южных Оркнейских островов показан в табл. 1. Как видно, в уловах встречаются особи в возрасте от 3 до 10 лет. Основная масса приходится на 5—7-летних рыб. Сравнение возрастного состава самцов и самок показывает, что среди самок встречается больше рыб старших возрастных групп. Это является следствием того, что самки созревают позднее и живут несколько дольше самцов, достигая более крупных размеров.

Таблица 1

Возрастной состав уловов путассу, %

Район лова	Возраст, год							
	3	4	5	6	7	8	9	10
Море Скотия	—	11,8	19,1	28,2	28,4	10,0	3,6	0,9
	1,2	10,5	17,1	19,7	18,4	18,4	13,1	1,3
Фолклендско-Патагонский район	1,6	6,3	28,1	20,3	29,7	12,5	—	1,6
	—	7,0	14,0	32,6	20,9	16,3	7,0	2,3

Примечание. В числителе самцы, в знаменателе самки.

Длина рыб в зависимости от их возраста показана в табл. 2. При сравнении данных таблицы видно, что у самок темп роста более высокий, чем у самцов.

Таблица 2

Средняя длина путассу в зависимости от возраста, см

Район лова	Возраст, год							
	3	4	5	6	7	8	9	10
Море Скотия	—	45,3	46,8	48,0	49,8	50,3	51,2	52,8
	46,4	48,4	49,0	49,4	50,4	52,4	52,6	65,0
Фолклендско-Патагонский район	44,0	45,3	46,2	47,1	49,2	50,1	—	54,5
	44,4	46,1	47,4	48,0	49,2	50,7	52,4	57,9

Примечание. В числителе самцы, в знаменателе самки.

То же наблюдается для рыб, выловленных как в море Скотия, так и в Фолклендско-Патагонском районе. При сравнении возрастного состава рыб из обоих районов существенных различий не наблюдается, хотя в последнем районе имеется несколько большее количество рыб младших возрастов. Более низкий темп роста путассу, обитающей в Фолклендско-Патагонском районе, является следствием худшей обеспеченности пищей¹.

¹ Большие размеры 3—5-леток путассу из моря Скотия можно также объяснить более ранним созреванием крупных особей.

Такая возрастная структура довольно редкое для нашего времени явление, так как характеризует популяцию, не затронутую промыслом.

Наши исследования проводились в феврале—марте. В этот период у всех проанализированных особей путассу гонады имели II стадию зрелости. Очень незначительное количество рыб было в VI—II, II—III и в III стадиях зрелости. Можно предположить, что основной нерест путассу происходит в декабре, возможно с ноября по январь, т. е. в весенний для южного полушария период¹. Соотношение полов как в районе Южных Оркнейских островов, так и в Фолклендско-Патагонском районе составляет примерно 1:1. В море Скотия отношение самцов к самкам составляет 44:56. В Фолклендско-Патагонском районе, наоборот, самцы несколько преобладают. Соотношение полов здесь выглядит как 54:46.

Подобно северной путассу южная путассу может встречаться как непосредственно у дна, так и в толще воды. В море Скотия вертикальное распределение путассу теснейшим образом связано с вертикальным распределением криля — основного объекта ее питания. В море Скотия мы встречали путассу исключительно в толще воды на глубинах от 10 до 70 м при общей глубине места, чаще всего не превышающей 300—400 м. На этих же глубинах стаи путассу регистрировались гидроакустическими приборами. Однако Мерретт (Merrett, 1963) указывает, что в период глубоководных исследований «Дискавери» в трех случаях путассу была поймана над глубинами 2000, 4000 и 4700 м.

В донные тралы путассу во время работ экспедиции не ловилась, за исключением нескольких особей, выловленных в районе о. Южная Георгия. Это очень хорошо объясняется отсутствием криля в донных уловах и постоянным наличием этого рачка в уловах разноглубинного трала. Интересно, что повторное обследование района Южных Оркнейских островов, проведенное 14—15 марта, показало полное отсутствие здесь путассу. В то же время исчезли и скопления криля в этом районе.

В противоположность району Южных Оркнейских островов во всех остальных участках Фолклендско-Патагонского района путассу встречалась исключительно в придонных слоях и вылавливалась только донными тралами. Ни разу гидроакустические приборы не отмечали здесь записи путассу в толще воды, характерные для моря Скотия. Траления на различных глубинах до 700 м показали, что основные скопления путассу приурочены к глубинам 200—300 м. На меньших глубинах уловы путассу были небольшими, значительно уступая в весовом отношении мерлузе, обитающей главным образом на шельфе и почти не выходящей на свал.

В марте в районе, расположенном от банки Бердвуд до 48° ю. ш., путассу часто образует общие скопления с макруронусом (*Macruronus magellanicus* Lönnb.). Севернее 48° ю. ш. макруронус в промысловых количествах не встречается, путассу же образует довольно плотные промысловые концентрации. В отличие от мерлузы и макруронуса, обитающих при очень небольших диапазонах глубин, путассу возможно встретить на глубинах, превышающих 500 м. Любопытная закономерность в распределении путассу по глубинам наблюдается в различных участках ее ареала. Чем дальше к северу, тем на большей глубине можно встретить путассу. Рыба, таким образом, придерживается холодных вод.

¹ На основе имеющихся данных о биологическом ритме путассу более вероятно предположить, что нерест ее происходит значительно раньше — в октябре—ноябре.

Путассу относится к группе холодолюбивых высокоширотных видов, приспособлена к жизни в водах с низкими температурами, не выше 7—8°С, при этом она выдерживает крайне низкие температуры в водах Антарктики, где весьма активно откармливается при температурах, близких к 0°.

Разнообразный спектор питания (копеподы, мидизы, эуфаузииды, амфиподы, рыбы, головоногие моллюски) в сочетании со способностью существовать как в придонных слоях, питаясь нектобентосом, так и в пелагиали, питаясь планктоном и нектоном, определяют широкий ареал путассу. Если учесть особенности морфологического строения путассу (прогонистое торпедовидное тело и отнесенные назад непарные плавники), то становится понятным, что путассу способна совершать большие миграции.

Как мы уже говорили, нельзя исключать возможность нагульных миграций путассу к кромке антарктических льдов и в Тихий океан. Однако при этом следует учитывать наблюдающуюся тенденцию этого вида придерживаться зоны материкового шельфа и свала. Учитывая возможности столь больших по протяженности миграций, мы считаем, что центр ареала путассу находится, по-видимому, где-то в районе Фолклендских островов, о чем свидетельствует нахождение только в этом районе ее молоди.

Популяция путассу отличается высокой численностью, при этом до настоящего времени эта рыба практически не подвергалась воздействию промысла.

Анализ возрастного состава показывает, что в стаде путассу имеется довольно большое количество особей старших возрастов, при этом время наступления половой зрелости у этого вида довольно раннее (3—4 года).

ВЫВОДЫ

1. Работами Южно-Атлантической экспедиции ВНИРО установлено распространение путассу от Южных Оркнейских островов до залива Рио-де-Ла-Плата.

2. Размерный состав уловов путассу из района Южных Оркнейских островов и в Фолклендско-Патагонском районе имеет некоторые отличия. В районе Южных Оркнейских островов в период антарктического лета нагуливаются более крупные половозрелые особи путассу. В Фолклендско-Патагонском районе помимо взрослых половозрелых особей встречается некоторое количество молоди.

3. Индивидуальная масса путассу колеблется в пределах 300—1500 г, составляя в среднем в районе Южных Оркнейских островов 950 г и в Фолклендско-Патагонском районе около 700 г. Масса печени путассу из моря Скотия более высокая, чем из Фолклендско-Патагонского района. Во всех обследованных районах путассу имеет возраст от 3 до 10 лет. Основная масса рыб приходится на 5—7-летние возрастные группы.

4. Путассу, нагуливающаяся в море Скотия в 1965 г., придерживается зоны шельфа с глубинами 300—400 м. Она держалась стаями в толще воды на глубине 10—70 м, т. е. именно там, где находились основные скопления криля, который в этот период является основной пищей путассу. В Фолклендско-Патагонском районе путассу также придерживается зоны шельфа на глубине 200—300 м.

В более северных участках ареала путассу обитает на относительно больших глубинах, что объясняется большим прогревом шельфовых вод в северных районах. Не исключена возможность, что путассу в нагульный период доходит до кромки антарктических льдов и что этот вид может быть встречен в Тихом океане вблизи пролива Дрейка.

ЛИТЕРАТУРА

- Зеланов В. К. Распределение путассу и перспективы ее промысла в Норвежском море. «Рыбное хозяйство», 1965, № 4.
Пробатов А. Н., Михеев Б. И. Перспективные для промысла рыбы Атлантики. «Рыбное хозяйство», 1965, № 9.
Световидов А. Н. Тресковые. Фауна СССР. Т. 8, 1948.
Hart T. S. Report of the trawling surveys of the Patagonia Continental Shelf. Discovery Rep. Vol. XIII, 1946.
Merrett H. R. Pelagic gadoides fish in the Antarctic. Norsk hvalfanstid 52,9, 1963.
Norman J. R. Coast Fishes. Part II, Patagonian region. Discovery Rep. Vol. XVI, 1937.

УДК 639.223(264.3)

ОПЫТНЫЙ ЛОВ ПУТАССУ В МОРЕ СКОТИЯ С НАУЧНО-ПРОМЫСЛОВОГО СУДНА «АКАДЕМИК КНИПОВИЧ»**В. Н. Басалаев, А. Г. Петухов**

Первые рыбные записи были обнаружены судном «Академик Книпович» вечером 5 февраля 1965 г. к северо-востоку от о. Лори (Южные Оркнейские острова). Облов стай пелагическим разноглубинным тралом дал за 40 минут около 1 т антарктического путассу. Траление проводили прицельно по показаниям гидроакустических приборов в слое 20—25 м от поверхности, над глубинами 300—350 м.

Второе прицельное траление по косяку на глубине 55—60 м дало за 40 минут 5 т. В дальнейшем облов скоплений путассу производили в районе Южных Оркнейских островов 9, 10, 11, 12, 15, 16 и 17 февраля (таблица).

Таблица

Сведения о прицельных тралениях антарктического путассу

№ трала	Дата лова, февраль	Время* час-мин	Широта* южная	Долгота* западная	Глубина хода трала**	Улов, т	Продолжительность тралений, час-мин	Скорость, мили
36	05	19—30	60°38'	44°50'	25	1,0	0—40	3,0
37	05	20—55	60°38'8	44°06'	60	5,0	0—40	3,2
65	09	21—00	60°28'4	42°22'	25	0,1	0—30	3,6
71	10	21—30	60°42'	43°58'5	60	2,5	1—10	3,1
72	10	23—40	60°41'5	44°18'4	35	0,5	0—35	3,4
73	11	01—40	60°39'4	40°04'0	25	0,2	1—00	3,6
75	11	11—24	60°40'0	43°45'	45	1,2	1—15	3,1
77	11	16—45	60°37'5	44°18'4	35	0,5	0—35	3,4
80	11	20—25	60°36'5	44°09'0	40	6,0	2—05	3,5
81	11	23—10	60°37'3	44°17'5	45	2,0	2—00	3,4
82	12	02—12	60°35'	44°03'2	45	2,0	1—55	3,4
83	12	04—40	60°36'7	44°22'5	45	2,0	1—45	3,0
85	12	20—55	60°36'5	44°11'5	40	10,0	1—15	3,4
92	15	10—00	60°29'0	44°46'5	50	2,5	1—00	2,7
93	15	13—02	60°32'4	44°43'0	55	0,5	2—25	3,4
94	15	16—25	60°29'6	44°52'4	45	0,2	2—05	3,3
95	15	21—50	60°26'4	45°11'5	45	4,5	0—40	3,5
96	15	23—07	60°26'5	45°05'2	45	0,8	2—20	3,6
97	16	02—05	60°28'3	45°07'0	45	9,0	2—00	3,4
98	16	14—05	60°32'7	44°42'0	55	0,2	1—05	3,4
100	17	03—25	60°30'8	44°36'7	65	0,2	1—35	3,4

Примечание: Всего 21 траление, продолжительностью 26 часов 45 минут. Общий улов 51,2 т, средний улов за 1 час траления 1,8 т.

* Время, координаты при подъеме трала.

** Положение верхней подборы.

Скопления путассу держались на глубине от 25 до 65 м над свалом к северу и северо-востоку от о. Лори. Распространение стай путассу всегда совпадало со скоплениями криля. Путассу, как и криль, держались выше слоя температурного скачка при температуре около $+1,0$; $+1,5^{\circ}$.

Поиск стай криля осуществлялся гидроакустической станцией «Палтус» и эхолотом «Кальмар». При помощи акустической станции «Палтус» стай путассу хорошо прослушивались на расстоянии около 1000 м и фиксировались на рекордере на расстоянии с 500—600 м.

В первой декаде февраля большинство скоплений криля было обнаружено после наступления темноты. В середине февраля стай путассу обнаруживались и в дневное время. Однако на протяжении всего периода с 5 по 18 февраля лучшие скопления и лучшие уловы путассу были в темное время с 20 до 02 часов на горизонтах 40—50 м. Самый большой подъем — в 10 т был около полуночи в ночь на 13 февраля. При этом часть улова вышла при подъеме трала, так как мешок и сквер лопнули от обильного улова (в трале было не менее 15 т).

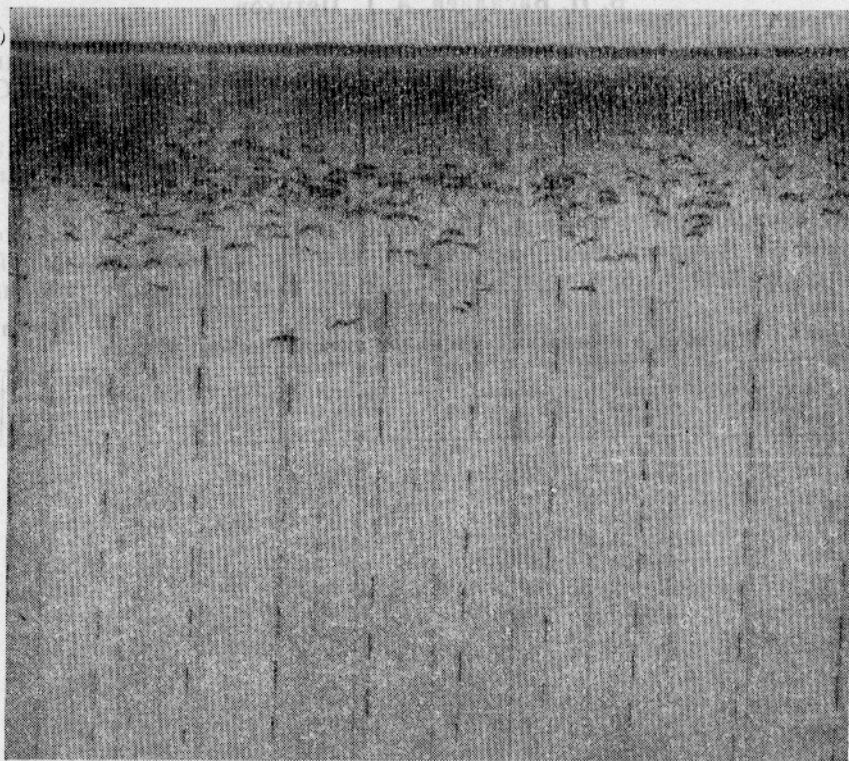


Рис. 1. Эхограмма записей криля и путассу. Отдельные экземпляры кормящейся путассу находятся под скоплениями криля

Характер записей стай путассу хорошо отличается как от скоплений криля, так и от скоплений салпы, которые в южной половине моря Скоттия встречались сравнительно часто (рис. 1 и 2).

Неоднократно было установлено скосячиванье путассу. Сначала отдельные экземпляры обнаруживались под скоплениями криля. В дальнейшем плотность стай путассу увеличивалась, и они подымались ближе

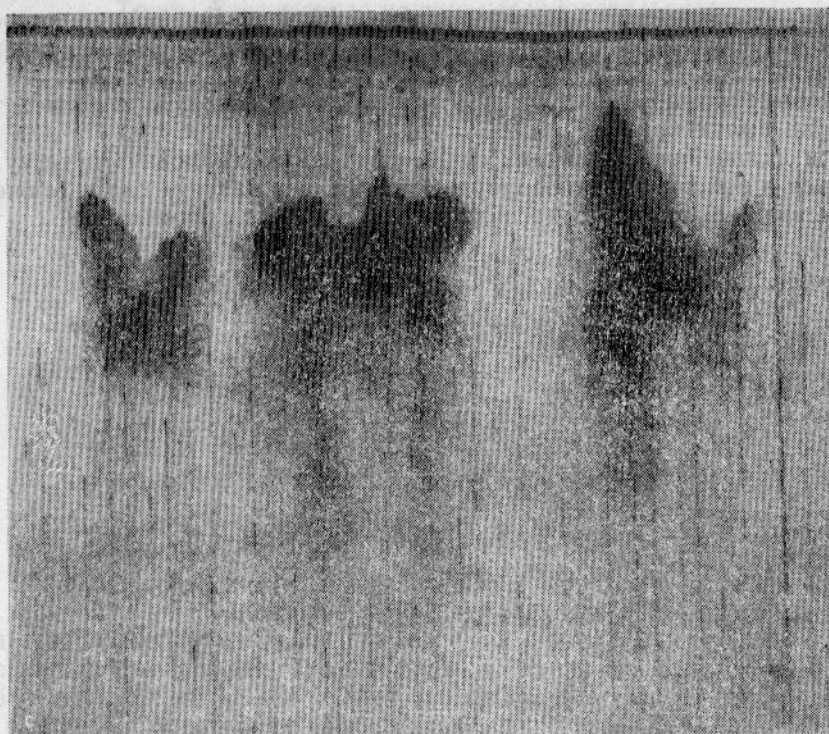


Рис. 2. Эхограмма записи плотных стай путассу. Улов за 40 минут 5 тонн



Рис. 3. Улов путассу

к поверхности. У всех экземпляров путассу желудки были наполнены крилем. Количество его доходило до 100 и более экземпляров в одном желудке.

Криль был свежезаглоченный, а иногда даже живой. После определения характерных особенностей записей путассу поиск его осуществляется достаточно просто и быстро.

С приближением утренних сумерек косяки путассу распадалась на мелкие стайки.

Всего в районе Южных Оркнейских островов было сделано 21 прицельное траление общей продолжительностью 26 часов 45 минут.

Общий улов составил 51,2 т, средний улов за 1 час траления — 1,8 т.

Траления, приближающиеся по режиму к промысловым, дали в среднем около 2,5 т за 1 час траления (рис. 3).

При повторном обследовании района Южных Оркнейских островов 14—15 марта скопления путассу не были обнаружены, не было в районе и криля.

Несомненно, приход путассу в море Скотия связан с откормом этой рыбы на полях криля.

При дальнейшем плавании судна «Академик Книпович» путассу был встречен в районе банки Бердвуд. Здесь он держался у дна и также образовывал скопления, представляющие интерес для промысла.

УДК 664.951.014:664.951.23

ТЕХНОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПИЩЕВОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЫБ МОРЯ СКОТИЯ

Т. А. Дубровская, О. Е. Макаров

В период плавания судна «Академик Книпович» в море Скотия и в море Уэдделла были проведены исследования некоторых видов рыб, представляющих определенный интерес как в биологическом, так и в технологическом отношении. Такими видами явились: белокровные рыбы (*Chaenocephalus aseratus*, *Pseudochaenichthys georgianus*, *Champsocephalus gunnari*), нототении (*Notothenia gibberifrons*, *Notothenia rossi marmorata*), светящийся анчоус (*Gymnoscopelus nicholsi*) и путассу (*Micromesistius australis*).

При изучении определяли весовой и размерный состав рыб, а также общий химический состав их мяса. Исследования проводили по методическим указаниям Т. И. Макаровой, И. В. Кизеветтера (1962) и С. И. Гакичко (1964). Схема измерения рыбы показана на рисунке. Общий химический состав мяса рыбы определяли по стандартным методикам (Лазаревский, 1955).

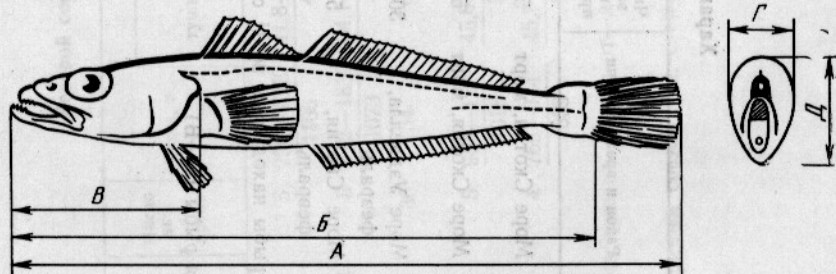


Рисунок. Схема измерения рыбы (в см):

А — вся длина рыбы; Б — длина тела рыбы; В — длина головы; Г — наибольшая толщина тела; Д — наибольшая высота тела

Данные по размерному и весовому составу рыб приведены в таблицах 1 и 2.

Во время работ судна «Академик Книпович» в море Скотия в районах Южных Оркнейских островов и о. Южная Георгия в донные и разноглубинные тралы неоднократно попадались, иногда в массовом количестве, белокровные рыбы, относящиеся к семейству *Chaenichthyidae*.

Таблица 1

Характеристика образцов рыбы для исследования

Наименование рыбы	Район и время добычи	Число экз. в пробе	Масса, г	Абсолютная длина рыбы, см	Длина тела, см	Длина* тушки, см	Длина головы, см	Наибольшая толщина тела, см	Наибольшая высота тела, см
<i>Chaenocephalus aceratus</i>	Море Скотия, март	5	796—1350 1106	48,0—60,0 54,8	43,0—53,0 48,8	28,0—35,5 22,5	15,0—17,5 16,3	5,5—6,0 6,0	8,5—9,5 9,1
<i>Pseudochaenichthys georgianus</i>	Море Скотия, март	5	842—1830 1073	44,5—56,0 48,2	39,5—50,5 43,2	24,5—30,5 27,0	15,0—20,0 16,2	7,0—9,5 7,6	6,6—10,5 7,9
Светящийся анчоус <i>Gymnoscopelus nicholsi</i>	Море Уэдделла, февраль	30	34**	17,5—19,0 18,0	14,8—16,2 15,5	11,3—12,5 11,9	3,5—3,7 3,6	1,5—1,6 1,6	2,7—3,0 2,8
Путассу <i>Micromesistius australis</i>	Море Скотия, февраль	5	904—1238 1016	46,5—53,0 50,0	42,3—48,2 45,7	33,1—17,7 36,3	9,2—10,5 9,4	5,5—6,7 5,7	9,0—11,0 9,4

Примечание. Все рыбы находились во II стадии зрелости.

* См. схему измерения рыбы (Б—В).

** Средняя масса.

Таблица 2

Весовой состав исследованных рыб на второй стадии зрелости

Наименование рыбы	Число экз. в пробе	Масса, г	Масса отдельных частей тела рыбы (в %) от общей массы									Потери при разделке, %
			тушка*	голова*	мясо	чешуя	кожа и плавник	кости	внутренности			
									целиком	гонады	печень	
Chaenocephalus aceratus	5	796—1350	41,8—50,1	32,4—35,3	34,2—41,4	—	6,1—7,5	6,2—7,6	11,2—13,9	0,6—0,9	1,8—2,8	0,2—2,6
		1106	48,1	34,2	37,4	6,8	6,9	12,7	0,6	2,1	2,0	
Pseudochaenichthys georgianus	5	842—1830	34,1—51,9	29,0—36,4	37,6—39,7	—	8,2—9,9	4,6—7,6	10,8—19,1	0,4—3,7	3,1—6,5	0,1—3,5
		1073	48,8	31,6	38,8	8,8	5,8	14,8	1,7	0,1	0,2	
Анчоус светящийся	30	34	64,4	17,5	58,0	—	2,6	5,0	14,1	—	—	2,8
Путассу самки	5	904—1238	45,8—56,2	15,3—16,8	42,2—47,9	—	3,1—3,7	5,0—6,3	25,4—31,0	1,1—1,8	9,1—12,8	1,0—2,7
		1016	51,0	16,0	45,3	3,5	5,7	28,0	1,4	10,0	1,5	
самцы	4	766—934	45,7—58,5	15,8—17,4	44,9—46,9	—	3,1—3,9	5,0—6,8	22,5—29,0	0,7—1,8	8,4—10,4	0,1—4,0
		859	51,5	16,5	45,7	3,7	5,8	26,1	1,4	9,2	2,2	

Примечание. В числителе — масса от—до, в знаменателе — средняя.

* Голову отрезали прямым срезом (см. схему измерения рыбы (Б—В)).

В связи со специфичностью этого семейства рыб получение данных об их химическом составе представляло определенный интерес. На исследование общего химического состава мяса были взяты некоторые белокровные рыбы, встречающиеся в уловах наиболее часто и в относительно большом количестве (табл. 3).

Таблица 3

Общий химический состав мяса белокровных рыб

Наименование рыб	Содержание, %			
	влаги	белка	жира	зола
<i>Champsocephalus gunnari</i>	80,3	17,3	0,9	0,9
<i>Chaenocephalus aceratus</i>	80,4	17,3	1,0	1,1
<i>Pseudochaenichthys georgianus</i>	75,5	15,0	7,7	1,3

Как видно из данных табл. 3, особенности строения крови и измененный газообмен не оказали влияния на общий химический состав мяса этих рыб и процентное соотношение отдельных компонентов мяса было обычным для рыб.

Печень белокровных рыб достигает крупных размеров (см. табл. 2). Был определен общий химический состав печени рыб *Chaenocephalus aceratus*, *Pseudochaenichthys georgianus* и определено йодное число жира печени для характеристики степени непереносимости жира (табл. 4).

Таблица 4

Общий химический состав печени белокровных рыб

Наименование рыб	Содержание, %			
	влаги	белка	жира	зола
<i>Pseudochaenichthys georgianus</i>	65,4	11,3	21,2	1,4
<i>Chaenocephalus aceratus</i>	73,0	11,2	14,4	1,3

Йодное число жира печени *Pseudochaenichthys georgianus* составляет 106, *Chaenocephalus aceratus* — 93, что свидетельствует о необычно малой степени непереносимости жира этих рыб.

При разделке рыбы было отмечено значительное количество жира на внутренностях, который наряду с жиром печени служит жировым «депо».

Мясо белокровных рыб имеет плотную консистенцию и обладает приятным вкусом.

Наиболее массовыми видами нототений являются *Notothenia gibberifrons*, средняя масса которой колеблется от 200 до 300 г и *Notothenia rossi marmorata*, масса которой достигает 2—2,5 кг. Мясо этих рыб обладает хорошими вкусовыми качествами (табл. 5).

Таблица 5

Общий химический состав мяса нототений

Наименование рыбы	Содержание, %			
	влаги	белка	жира	зола
<i>Notothenia gibberifrons</i>	79,5	17,6	1,0	1,1
<i>Notothenia rossi marmorata</i>	73,0	14,6	11,2	1,2

Масса печени незначительна, основным жировым «депо» является жир внутренностей.

Из батипелагических рыб в разноглубинных, а также в некоторых донных тралах часто встречались светящиеся анчоусы семейства *Mystophidae*. Наряду с *Electrona antarctica* наиболее широко был представлен относительно крупный анчоус (средняя длина тела составляет 15,5 см) *Gymnoscopus nicholsi*. Отдельные уловы анчоуса составляли 100—200 кг.

В отличие от большинства исследованных рыб анчоус редко питается крилем.

Анализируемый анчоус имел II стадию зрелости. Общий химический состав его мяса был следующим (в %): влага — 69,2, белок — 14,5, жир — 14,3, зола — 1,2.

Как видно из результатов анализа, в мясе светящегося анчоуса содержится очень мало белка; однако, несмотря на это, питательная ценность мяса анчоуса благодаря довольно высокой жирности выше, чем у других исследованных рыб моря Скотия, и его калорийность близка к калорийности мяса атлантической сельди (196,8 кал на 100 г мяса).

Для выяснения возможности использования анчоуса для пищевых целей были проведены опытные посолы. В результате посола и особенно в процессе длительного хранения мясо анчоуса теряло цвет, запах и вкус сырой рыбы. Лучшим посолом для данной рыбы был признан пряный посол: рыба засаливалась до содержания соли в мясе 6% с пересыпкой солью по рядам и дальнейшим выдерживанием продукта при температуре +2°С. В результате получался продукт очень нежного вкуса.

Из всех исследованных рыб большое промысловое значение будет иметь путассу (*Mycromesistius australis*). Общий вылов ее за 17 тралей составил 46 т, причем отдельные уловы достигали 10 т и более.

Средняя длина тела анализированных рыб составляла 45,7 см, средняя масса колебалась от 859 до 1016 г (см. табл. 1 и 2). Все рыбы находились во II стадии зрелости и активно питались (табл. 6).

Таблица 6
Химический состав мяса самцов и самок путассу

Наименование рыбы	Содержание, %			
	влаг	белка	жира	зола
Путассу				
самки	80,7	14,2	3,2	1,2
самцы	80,9	14,3	3,2	1,1

Из данных табл. 6 видно, что в период нагула общий химический состав мяса самцов и самок был одинаковым.

С точки зрения промышленного использования путассу помимо мяса рыбы представляет большой интерес печень, которая составляет 9—10% массы рыбы. Кроме того, проведенный анализ показал, что печень путассу содержит 55,8% жира, т. е. жирность печени путассу такая же, как и печени трески. Содержание витамина А в жире печени путассу составляет около 800 интернациональных единиц на 1 г, но в отличие от жира печени трески, йодное число которого составляет 160—180% (Клейменов, 1962), жир печени путассу более предельен (йодное число 117), поэтому можно предположить, что жир печени путассу будет более стойким в процессе хранения. Был исследован жир печени, замороженной

блоком, и печени из рыбы, замороженной непотрошенной. Пробы хранились в трюме при температуре -18°C в течение месяца. За исходные показатели были взяты показатели жира печени свежей рыбы. Определяли перекисное и кислотное числа.

Изменение показателей жира в процессе хранения показано в табл. 7.

Таблица 7

Изменение показателей жира при хранении

Наименование образца	Перекисное число	Кислотное число
Исходный образец	0,010	5,6
Печень из размороженной непотрошенной рыбы	0,025	13,6
Печень, хранившаяся в блоке	0,028	10,8

На основании данных табл. 7 можно предположить, что значительно окисления жира в процессе хранения не происходило. В то же время изменения кислотного числа показывают, что в процессе хранения протекал гидролиз жира, особенно интенсивно в печени непотрошенной рыбы. По органолептическим показателям все пробы печени имели цвет, свойственный свежей печени, запах окислившегося жира отсутствовал, печень была вполне пригодна для пищевых целей.

Были изготовлены опытные партии консервов «Печень путассу натуральная» и «Путассу в томатном соусе».

Для приготовления консервов «Печень путассу натуральная» использовали свежую печень. Отобранную печень тщательно промывали в проточной пресной воде, сортировали, зачищали, удаляя поверхностную пленку и кровеносные сосуды (сгустки крови), срезали потемневшие участки ткани. Очищенную печень снова тщательно промывали, складывали в перфорированные противни для стекания воды и затем расфасовывали в банки № 8. В каждую банку добавляли 5 г поваренной соли, лавровый лист, по одной горошине душистого и черного перца.

Стерилизацию проводили по формуле

$$\frac{5 - 15 - 60 - 20}{112^{\circ}\text{C}}$$

Консервы «Путассу в томатном соусе» были приготовлены из потрошенной мороженой рыбы. После дефростации рыбу разрезали на куски и погружали в тузлук с удельным весом 1,16 на 2 минуты. После стечки тузлука рыбу панировали и обжаривали в прокаленном подсолнечном масле при температуре $140-150^{\circ}\text{C}$ в течение 5 минут. После обжарки рыбу охлаждали до температуры 40° , а затем расфасовывали в банки № 8. Масса рыбы составляла 75%, масса томатного соуса — 25%. Томатную заливку готовили по рецептуре, обычной для консервов такого типа (Барабаянов, Лемаринье, 1961), наполненные банки стерилизовались по формуле

$$\frac{5 - 15 - 60 - 20}{112^{\circ}\text{C}}$$

Приготовленные консервы получили хорошую оценку.

ВЫВОДЫ

1. Рыбы моря Скотия и моря Уэдделла по своему химическому составу не отличаются от других промысловых рыб и могут служить объектом промысла.

2. Мясо антарктических рыб нежное, обладает хорошим вкусом и может служить сырьем для приготовления широкого ассортимента кулинарных блюд, консервов и пресервов.

3. Антарктический путассу по химическому составу мяса и большой печени близок к треске. Печень путассу — отличное сырье для изготовления консервов и, по-видимому, может служить новым источником получения витамина А.

ЛИТЕРАТУРА

- Барбаянов К. А., Лемеринье К. П. Производство рыбных консервов. М., Пищепромиздат, 1961.
- Гажичко С. И. Инструкция побору материала для изучения пищевой ценности новых объектов добычи, 1964.
- Клейменов И. Я. Химический и весовой состав рыб в водоемах СССР и зарубежных стран. М., 1962.
- Лазаревский А. А. Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности. М., 1955.
- Марцинкевич Л. Д. Особенности крови белокровных рыб. «Архив анатомии, гистологии и эмбриологии», 41, 12, 1961.
- Макарова Т. И., Кизеветтер И. В. Методические указания по изучению технических свойств, химического состава и пищевой ценности рыбы и рыбных продуктов. Пекин, 1962.

УДК 551.46+639.2.001.5(264.3)

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ И НАУЧНО-ПРОМЫСЛОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В МОРЕ СКОТИЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ РАЙОНАХ

Ю. Ю. Марти

В конце антарктического лета 1965 г. Южно-Атлантическая научно-промысловая экспедиция Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии в составе судна «Академик Книпович» и средних рыболовных траулеров АтлантиНРО «Обдорск» и «Орехово» посетила море Скотия и прилегающие к нему воды Антарктики. Экспедиция провела большой комплекс океанологических и научно-промысловых исследований, направленных на изучение биологических ресурсов этого района Мирового океана и, в частности, решение проблемы промышленного использования ракового макропланктона.

Осуществление большой научно-промысловой экспедиции в воды Антарктики стало возможным в результате постройки крупнотоннажного судна большого радиуса действия, хорошо приспособленного для изучения проблем биологической продуктивности океана. Наряду с широким океанологическим комплексом (геология, гидрология, гидрохимия) судно «Академик Книпович» приспособлено для изучения всех звеньев биологической продукции. Судно может вести поиск скоплений рыб и беспозвоночных акустическими приборами вертикального и горизонтального действия, проводить подводные наблюдения с помощью батистата и осуществлять лов рыбы и нерыбных объектов всеми современными промышленными орудиями лова.

Море Скотия и область островной дуги, опоясывающей его с севера, юга и востока, должно быть признано одним из наиболее богатых в биологическом отношении районов Антарктики. Зона антарктической конвергенции проходит здесь значительно севернее, чем в Индийском и Тихоокеанском секторах. В море Скотия входят в соприкосновение холодные и несколько опресненные водные массы моря Уэдделла, еще более холодные с меньшей соленостью водные массы моря Беллинсгаузена, вливающиеся в него с запада через южную половину пролива Дрейка, которые по пути прогреваются и становятся теплее, чем воды моря Уэдделла и теплые воды Тихого океана, заходящие со стороны Огненной Земли через северную половину пролива.

С севера за свалом Фолклендско-Патагонского шельфа к островной дуге приближаются переработанные воды Бразильского течения.

Под холодным поверхностным слоем, простирающимся в северо-восточном направлении, постоянно приносятся относительно теплые воды из более северных широт.

Высокая биологическая продуктивность этого района хорошо освещена в многочисленных трудах Комитета Дискавери, экспедиции которого продолжались в течение многих десятилетий и были направлены на решение вопросов, связанных с развитием китобойного промысла.

На островах моря Скотия возникли первые китобойные фактории и здесь же интенсивно развивался пелагический промысел китов с плавающих баз. В этот район согласно исследованиям Б. А. Зенковича приходят киты от берегов Чили, из моря Беллинсгаузена, из более северных областей Атлантического океана, от берегов Южной Америки. По-видимому, сюда приходят киты из района Западной Африки.

Несмотря на резкое ухудшение китобойного промысла в водах Антарктики, второй район (атлантический сектор) дает ощутимую долю продукции китобойного промысла и сейчас.

Б. А. Зенкович определяет долю продукции Второго сектора Антарктики по отношению всей Антарктики за период с 1904—1905 по 1964—1965 гг. следующими цифрами: всего убито в секторе 487 тысяч китов, или 38,9%; жировая продукция составила за этот же период 4616 тыс. тонн, или 34,3%; синие киты составили 30,3%, финвалы — 41,0%, горбачи — 58,0%, сейвалы и кашалоты — 22,1% от каждого вида китов, убитых за этот период времени во всей Антарктике. Таким образом, море Скотия и прилегающие с востока районы второго сектора давали почти 40% от поголовья китов, добытых в Антарктике, и 34% жировой продукции. В среднем за год жировая продукция составила за 60 лет 77 тыс. т, что соответствует 400 тыс. т круглого веса китов. В тридцатые годы нашего столетия район давал от 100 до 150 тыс. т жира за год. Это соответствует ориентировочно 500—750 тыс. т круглого веса китов.

Приведенные цифры убеждают, что избранный район для оценки биологических ресурсов Антарктики по китам является наиболее продуктивным в сравнении с другими районами Антарктики, учитывая, что акватория его составляет приблизительно 1/4 часть вод Антарктики, а продукция 1/3 часть от добываемой в этом большом районе Мирового океана.

Экспедиция обследовала помимо моря Скотия южные склоны Фолклендско-Патагонского шельфа, район к северу от о. Южная Георгия, северные окраины моря Уэдделла. В море Скотия выполнено три гидрологических разреза судном «Академик Книпович». Многосуточные наблюдения проведены в районе, прилегающем к Южным Оркнейским островам и к северу от о. Южная Георгия, где главное внимание обращено на изучение биологии криля *Euphausia superba*, его поведения и где были проведены опыты его промышленного лова.

Гидрологический и гидрохимический режимы моря Скотия и его биологическая продуктивность определяются прежде всего его положением, конфигурацией, рельефом дна и атмосферной циркуляцией. Высокое содержание биогенных элементов и интенсивное формирование первичной продукции было констатировано вдоль островной дуги, образуемой островами и подводными возвышенностями. В этих же районах была установлена наиболее высокая биомасса фитопланктона и встречены скопления криля.

В соответствии с генеральной схемой течения этого района водные массы, вошедшие в море Скотия со стороны Тихого океана, движутся в северо-восточном направлении севернее зоны антарктической конвер-

генции, а антарктические воды вследствие постоянного действия циклонической циркуляции моря Уэдделла выносятся в северо-восточном и северном направлениях.

Динамическая обработка полученных в рейсе данных, проведенная А. А. Елизаровым, позволила уточнить схему поверхностных течений для восточной половины моря Скотия, в которой выделяются: значительный круговорот против часовой стрелки в центральной части моря, южнее зоны антарктической конвергенции; вдоль северного склона шельфа Южных Оркнейских островов наблюдается течение, направленное на запад. Это течение, по-видимому, является частью общего движения вод вокруг шельфа Южных Оркнейских островов; круговое движение вод циклонического характера севернее и северо-восточнее о. Южная Георгия.

Встречные и круговые движения вод, способствующие более интенсивному вертикальному обмену, объясняют высокую биологическую продуктивность к северу и северо-востоку от островов и подводных возвышенностей.

В период наблюдений экспедиции (февраль, март), по В. В. Масленникову, антарктическая поверхностная водная масса была разделена на два слоя: небольшого по толщине слоя летнего прогрева с температурой $+0,7 \div +1,45^\circ$ и соленостью $33,9-34,2^\circ/\text{оо}$ и остаточного холодного слоя с характеристиками, близкими к зимним, наиболее низкая температура наблюдалась на глубине $75-175$ м (от $-0,6$ до $-1,4^\circ$). На глубине $400-700$ м наблюдался слабо выраженный максимум в пределах от $+0,4$ до $+1,0^\circ$ и соленостью $34,65-34,70^\circ/\text{оо}$. На большей глубине температура медленно понижалась.

Проведенные гидрологические исследования подтвердили то, что зона антарктической конвергенции огибает о. Южная Георгия с севера. Наблюдения за распределением айсбергов указывали, что в период наблюдения путь их к упомянутому острову лежал через пролив между Южными Оркнейскими и Южными Сандвичевыми островами, через восточные районы моря Скотия.

Конец антарктического лета 1965 г. отмечался повышенными температурами воздуха и воды по сравнению с многолетними данными. В районе работ, преимущественно в южной половине моря, наблюдали ветры до 4—6 баллов, но почти всегда наблюдалась крупная морская зыбь.

Гидрохимическими исследованиями, выполненными С. Г. Орадовским, установлены большие количества биогенов. Содержание фосфатов даже в поверхностном слое к концу антарктического лета почти всегда составляло 50 мкг/л , достигая на глубине $100-150$ м значений порядка $70-80$ мкг/л . Содержание кислорода в фотическом слое, как правило, превышает $6,5$ мл/л и не снижается ниже $3,5$ мл/л даже на глубине 1000 м.

По содержанию фосфатов, кислороду и показателям рН водные массы моря Беллинсгаузена и моря Уэдделла однородны. Вместе с этим водные массы моря Уэдделла, проникающие в восточную половину моря Скотия, характеризуются исключительно высоким содержанием кремнекислоты, мало изменяющейся с глубиной и достигающей $2500-3500$ мкг/л , в то время как всю западную часть моря Скотия заполняют воды с содержанием кремнекислоты 700 мкг/л . Высокие концентрации кремния в антарктических водах, по мнению С. Г. Орадовского, связаны с айсбергами. Отдельные анализы льда айсбергов, выполненные в экспедиции, подтверждают эти предположения. Вблизи островов также наблюдается повышение концентраций кремнекислоты, свидетельствующее об обогащении вод кремнием с суши.

Измерения первичной продукции углеродным методом, выполненные В. В. Волковинским, показали существенные различия в интенсивности фотосинтеза в центральных областях моря и вблизи островной дуги. В центральной части бассейна величины первичной продукции составляли 1,1—3,5 мгС/м³ в день. У Южных Оркнейских островов интенсивность фотосинтеза достигала 13—25 мгС/м³ в день, а к западу от Южных Сандвичевых островов наблюдалась максимальная величина первичной продукции — 56 мгС/м³ в день.

Вблизи островов, в районах с большими величинами первичной продукции С. Г. Орадовским констатированы повышенные концентрации марганца (до 7,9 мкг/л) и молибдена (до 1,8 мкг/л). Центральные области моря отличались почти полным отсутствием микроэлементов (Мп и Мо) в подвижной форме. Эти наблюдения позволяют предполагать, что увеличение первичной продукции у островов связано не только с динамикой вод, но и с обогащением их микроэлементами, способствующими протеканию фотосинтетических процессов. Такое объяснение бурному развитию водорослей в районе о. Южная Георгия давал в свое время Харт — участник экспедиции «Дискавери III».

Исследования И. П. Канаевой по биомассе фитопланктона показали наибольшие величины сестона южнее зоны антарктической конвергенции от Южных Оркнейских островов по направлению северной группы Южных Сандвичевых островов. В центральных областях моря в феврале и марте биомасса планктона была крайне низкой. В большинстве районов установлена прямая зависимость между интенсивностью формирования первичной продукции и биомассой планктона. Только к северу от о. Южная Георгия показатели первичной продукции были велики, а биомасса планктона — низкой. Не исключена возможность, что это несоответствие было связано с интенсивным потреблением планктона крилем, количество которого здесь было очень большим.

Северной границей ареала криля *Euphausia superba* можно условно считать зону антарктической конвергенции. Встречается он и в районах, примыкающих к ней с севера. На юг ареал криля простирается до континента. Значительная область его распространения покрыта льдами. Криль (*Euphausia superba*) один из наиболее холодолюбивых эуфаузиид.

Скопления криля в виде стай в толще воды или у поверхности были обнаружены только в зоне островной дуги. В центральных областях моря криля практически нет. Массовое распространение криля приурочено к зоне интенсивного формирования первичной продукции и высокой биомассы планктона.

Изучение биологии криля В. В. Шевцовым и Р. Р. Макаровым подтвердило правильность предположений, высказанных Марром, Баргман и Рудом о том, что криль после размножения в возрасте двух полных лет погибает.

Проведенные в море Скотия исследования позволяют высказать некоторые соображения о жизненном цикле криля, его ареале и вертикальном распределении.

Возрастные группы криля встречаются в пределах моря Скотия разобщенно. В каждом из обследованных районов встречается преимущественно одна возрастная группа, в то время как другая составляет незначительную примесь. Это явление широко известно у рыб-мигрантов с широким ареалом и большой продолжительностью жизни.

Природа разобщенного существования возрастных групп у криля иная. Криль — стайный, достаточно подвижный рачок, но передвижения его все же крайне ограничены, и они не могут приводить к разобщенному существованию его возрастных групп. Скорость криля при помощи плео-

под, по наблюдениям В. Н. Семенова, составляет всего 0,3—0,5 м/сек. При помощи абдомена он способен делать кратковременные рывки со скоростью 1,0—1,5 м/сек.

Причину разобщенного существования возрастных группировок криля следует искать в его пассивных миграциях, т. е. дрейфе с водными массами.

Анализ очень большого материала по ранним стадиям развития позволил Марру предложить гипотезу, согласно которой развитие яиц криля происходит на большой глубине в водной толще, движение которой направлено на юг. По мере развития икринок и личинок они поднимаются на поверхность. Естественно, что после дрейфа молодь криля появляется у поверхности в более южных областях ареала. Это предположение подтверждается многочисленными наблюдениями: молодь криля встречается только на юге среди плавающих льдов. Экспедиция на судне «Академик Книпович» встретила мелкого криля в возрасте около года в северных районах моря Уэдделла. На вынос мелкого криля из моря Уэдделла в море Скотия указывает в своей статье Б. А. Ярогов, наблюдавший это явление вблизи о. Шишкова.

Таким образом, отделение молоди криля от его подрастающих и взрослых собратьев происходит в результате нереста на глубине и переноса молоди в южном направлении с глубинными течениями. Поднимаясь к поверхности, подрастающий криль попадает с поверхностным течением в северные районы ареала. Южная область ареала, таким образом, освобождается для «принятия» новых партий молоди, поступающих с севера.

В схеме, видимо, можно принять постоянное накопление молоди криля в наиболее южных районах его ареала путем переноса ее с относительно теплыми глубинными водами, движущимися к югу, и возвращение подросшей молоди в зону антарктической конвергенции в итоге дрейфа с поверхностным течением, направленным с юга на север. Используя противотечения верхней толщи океана, криль заселяет огромную акваторию вод, омывающих Антарктиду. Криль — активный фильтратор, поэтому своеобразная изоляция икринок и личиночных стадий криля на большой глубине способствует, по мнению В. Я. Павлова, их сохранению от выедания многочисленной популяцией подрастающих особей.

Криль питается фитопланктоном и представляет собой наиболее многочисленного потребителя его. Мелких ракообразных в планктоне в районах массового распространения криля, по И. П. Канаевой, очень мало, и В. Я. Павлов, изучавший питание криля, делает предположение о том, что небольшое количество зоопланктона в районах его распространения связано с массовым выеданием крилем яиц других ракообразных.

В период лета вся популяция криля, за исключением молоди, появившейся в этом году, находится в фотическом слое, где активно откармливается фитопланктоном. Изучение этого периода жизни криля было главной задачей гидробиологов в связи с проблемой его промышленного использования.

Научно-промысловым исследованиям Южно-Атлантической экспедиции в море Скотия предшествовали две экспедиции траулера «Муксун» АтлантНИРО в сезон 1961/62 и 1963/64 гг. В первой экспедиции в январе 1962 г. пятна криля были обнаружены к северо-востоку от о. Шишкова между 52 и 55° з. д. и 58°41'—60°01' с. ш. Криль, по сообщению начальника рейса Б. А. Ярогова, удовлетворительно просматривался в течение светлого времени суток. Однако в сумерках и даже при наличии тумана становился невидимым. В процессе эксперимента с орудиями лова в первой экспедиции было добыто около 3 т сырца.

Во второй экспедиции была сделана попытка ловить криль в районе работ предыдущей экспедиции, однако скоплений криля установить здесь не удалось, он держался рассеянно на глубине 10—15 м, активно питаясь фитопланктоном.

Обследования северо-восточной части моря Скотия и района о. Южная Георгия показали, что криль в этой зоне отсутствовал. Криль отсутствовал здесь и позже, в первой половине марта, во время второй проверки всего района, примыкающего к острову. 7 января экспедиция вернулась в оставленный район, который был основным, и здесь работала до конца рейса. В этом районе отмечались пятна, однако позднее, чем во время первой экспедиции, причем они были редкими и не создавали полей.

Во время второй экспедиции ни в декабре, ни в январе в указанном районе пятен не встречалось. Размеры стай, пишет Р. Н. Бурковский, были невелики, площадью примерно 3×4 м.

Сейчас трудно объяснить причины того, что во время второй экспедиции на РТ «Муксун» не было найдено хороших скоплений криля. Скорее всего можно думать, что желание добиться успеха в промысле превалировало над организацией планомерной разведки. Совершенно невозможно согласиться с высказываниями начальника первой и второй экспедиции на РТ «Муксун» Б. А. Ярогова о возможности существования «урожайных» и «неурожайных» лет по крилю (Антарктический криль, 1965) и объяснением этих результатов второй экспедиции на РТ «Муксун».

Опыт антарктических экспедиций АтлантНИРО был подробно изучен при организации экспедиции на судне «Академик Книпович», это, несомненно, способствовало успеху экспедиции, но не все стороны промысловой биологии криля были освещены достаточно подробно, а в некоторых случаях правильно.

При организации исследований, направленных на изучение распространения криля и условий его существования, экспедиция на судне «Академик Книпович» опиралась на широкий комплекс океанологических исследований (рельеф, характеристика водных масс, содержание биогенов), результаты изучения первичной продукции и биомассы планктона, поиск криля акустическими приборами и визуальные наблюдения с марсовой площадки, а также данные биологического анализа уловов криля.

Выполненный от Фолклендских островов океанографический разрез дал возможность разработать методику поиска скоплений криля: определить его привязанность к свалам шельфов и завихрениям огибных течений, установить скопления в фотическом слое, всегда выше горизонта температурного скачка. Было выяснено, что эхолот типа «Кальмар» фиксирует даже самые небольшие по плотности скопления криля в толще воды, когда же он поднимается выше осцилляторов эхолотов, то он становится хорошо заметным с борта судна. В первые же дни работы выявилась необходимость учитывать при поиске биологический состав криля. Встретив в северных районах моря Уэдделла очень мелкого криля, было решено перейти к северу, к Южным Оркнейским островам. Здесь в первых числах февраля были обнаружены большие поля крупного криля, готовящегося к размножению. В районе этих скоплений между 5 и 15 февраля был развернут полный комплекс наблюдений за его поведением, вертикальным распределением, плотностью скоплений, питанием. Круглосуточно проводили опытный лов его разноглубинным трапом, а уловы подвергали биологическому анализу.

В уловах преобладал крупный криль длиной 48—57 мм. Через несколько дней площадь скопления криля стала заметно сокращаться

при одновременном уменьшении средних размеров рачков. Предполагая уход крупного криля из районов исследований, был резко расширен район наблюдений и поиска, но обнаружить скопления крупного криля не удалось. В районе первоначальных наблюдений оставались небольшие стайки мелкого криля. После многократных глубинных тралений было поймано несколько десятков крупного криля придонным тралом на глубине около 400 м. Выполненный комплекс наблюдений характеризовал поведение взрослого преднерестового криля. Несомненно, перед размножением криль опустился на глубину и после нереста не поднялся на поверхность.

Очень большие скопления криля, на этот раз неполовозрелого, были обнаружены 1 марта 1965 г. к северу от о. Южная Георгия. Эти скопления занимали площадь до 10—15 кв. км и достигали очень большой плотности. Они держались примерно в одном и том же районе до 11 марта, когда «Академик Книпович» был вынужден покинуть район для продолжения работ в Южной половине моря Скотия.

Работы экспедиции показали, что существуют два основных типа скоплений криля: стаи в толще воды на глубине до 50—70 м, достигающие в поперечнике 100—150 м и толщины нескольких метров; стаи скопления у самой поверхности, видимые с борта судна в виде бурых пятен. Они образуются взрослым крилем незадолго до размножения и неполовозрелым в возрасте года с плюсом.

Скопления криля у поверхности экспедиция наблюдала в течение 17 дней из 46 общего пребывания судна в море Скотия. Криль держится у поверхности при достаточно разнообразных условиях погоды и состояния моря, но никогда не встречается при ярком солнце. Форма стай от круглой до узких полос. Размер стай от 0,3—0,5 м до нескольких десятков метров в поперечнике. Общая площадь стай к северу от о. Южная Георгия в первых числах марта достигала 10—15 км².

В районе Южных Оркнейских островов скопления криля у поверхности наблюдались утром с 7 до 11 часов дня и вечером с 16 до 18 часов. Вблизи о. Южная Георгия поля криля отмечались с 6 до 11 часов. Во вторую половину дня скопления не наблюдались. За весь период наблюдений с 6 февраля по 10 марта скопления криля у поверхности были отмечены в течение 107 часов, что составляет 13% от всего времени, затраченного на поиски.

Размер стай увеличивался с рассвета до 10—11 часов, затем скопления криля опускались. Рано утром, еще до восхода солнца, можно было заметить вблизи поверхности небольшие стайки-ройки криля, диаметр которых часто не достигал даже полуметра. Количество таких стаяк быстро увеличивалось, они соединялись вместе, образовывали хорошо заметные полосы-«ленты», превращавшиеся через пару часов в сплошные поля криля.

В небольших стаях и полосах все рачки криля строго ориентированы в одном направлении. Такие стаи передвигаются со скоростью до 1,5 миль в час.

Визуальные подводные наблюдения, фотографирование, экспериментальный лов показали, что в 1 м³ количество криля достигает нескольких тысяч экземпляров, что соответствует нескольким килограммам веса. Эта плотность значительно больше скоплений рыб, которые используются промыслом.

Исследования В. Я. Павлова по питанию криля показали зависимость между ритмом питания и периодичностью его скоплений. В питании криля наблюдается четко выраженный суточный ритм с двумя максимумами интенсивности — дневным и ночным.

Время образования и размер скоплений связаны с количеством пищи. Наблюдая за интенсивностью поглощения фитопланктона и его переваривания, можно предвидеть время скопления и рассредоточения криля.

В. В. Шевцов и Р. Р. Макаров в итоге своих исследований рассматривают пятна криля у поверхности как частный случай образования стай и скоплений криля и полагают, что причиной их является потребность в солнечной энергии, необходимой как стимулятор биохимических процессов и, в частности, синтеза каратиноидов. Но при этом криль держится у поверхности только при сплошной или почти сплошной облачности. При ярком солнце криль ни разу у поверхности встречен не был. Криль активно избегает яркого электрического освещения (статьи Ю. А. Михайловского и Г. Л. Петушко, опубликованные в данном сборнике), но охотно держится в зоне полусвета, за пределом яркого поля освещения.

Опытный лов криля полностью подтвердил выводы экспедиции на РТ «Муксун» о том, что криль не реагирует на сетное полотно и проходит через ячей, которая по своим размерам дает возможность это сделать. Вместе с этим необходимо подчеркнуть, что стаи криля с ориентированными в них особями ведут себя как единое целое и активно отходят от судна и орудий лова.

Применение в тралах мелкочейных рубашек требует использования простых, но очень эффективных конструкций, которые были применены на судне «Академик Книпович». Рубашка, вставляемая в трал, должна состоять из нескольких сетных цилиндров, которые крепятся к тралу только передней опушкой. Длина каждого такого сетного цилиндра должна заходить своим задним концом за передний край следующего цилиндра. Применение такой конструкции рубашек почти полностью гарантировало от порывов.

Основным орудием для лова криля был разноглубинный пелагический 31-метровый трал. Всего в море Скотия и сопредельных районах было проведено 102 траления криля. Результаты опытного лова криля, по М. Я. Гройсману, Г. Н. Степанову, Э. А. Карпенко, следующие: из 102 опытно-промысловых тралений 73 траления сделано на записях и 29 — на видимых пятнах. На 73 трала затрачено 87 часов чистого траления, выловлено 47 т криля, средний улов за 1 час траления составил 0,5 т. В числе 73 тралений: безрезультатных 10; до 0,5 т — 31 траление; до 1 т — 14 тралений; до 1,5 т — 9 тралений; до 2 т — 2 траления; до 3 т — 6 тралений; до 5 т — 1 траление.

На 29 тралов на пятнах затрачено 27 часов чистого траления, общий улов — 45 т, средний улов за 1 час траления — 1,7 т. В числе 29 тралений: безрезультатных — 2 траления, до 0,5 т — 8 тралений, до 1,0 т — 8 тралений, до 1,5 т — 3 траления, до 2 т — 3 траления, до 3 т — 1 траление, до 5 т — 1 траление, свыше 7 т — 3 траления.

Наиболее эффективным оказался метод облова пятен криля на циркуляции с оттяжкой одного крыла за пределы кильватерной струи с помощью троса, закрепленного за носовые кнехты, при положении трала сбоку от кильватерной струи. Таких тралов было 16, на них затрачено 15 часов чистого траления, улов 35 т, средний улов за 1 час траления 2,3 т. Из этих 16 тралений было до 0,5 т — 5 тралений, до 1 т — 4 траления, до 1,5 т — 2 траления, до 3 т — 1 траление, до 5 т — 1 траление, свыше 7 т — 3 траления.

Применение бортовой ловушки с рыбонасосом, откачивающим улов, не дало положительных результатов. Прежде всего, эта конструкция в условиях большого судна и его качки очень часто ломалась. Спуск и подъем бортовой ловушки со шлангом от рыбонасоса требует много

времени. Имея за бортом ловушку, судно не может быстро перейти от одного косяка криля к другому.

Лов криля мелкочейными кошельковыми неводами возможен, но работа с дори, спуск и подъем их с большого судна при почти постоянной морской зыби, наблюдающейся в море Скотия, делают этот вид лова бесперспективным. Помимо этого, возникает достаточно трудоемкая работа по выливке улова из кошелька на борт судна, предназначенного для обработки улова. Техника лова криля и вся организация его промысла, включая и выбор судов, должны определяться технологией обработки криля.

Криль — отличное сырье, содержащее, по М. И. Крюковой и О. Е. Макарову, около 15% белков и 3—4% жира. Вкусовые качества криля отличаются нежной консистенцией и приятным ароматом креветок. Это сырье с успехом может быть использовано для изготовления пищевых продуктов, что, несомненно, должно способствовать экономическому решению всей проблемы. Но криль чрезвычайно быстро портится: после 3—4 часов хранения на палубе при температуре даже 2—4° он уже не пригоден для пищевых целей и может быть использован только для изготовления кормовой муки.

Производительность добычи криля может быть в будущем увеличена в результате совершенствования существующих конструкций трала и создания новых.

Вполне реально расширение сезона его лова за счет первой половины антарктического лета, несомненно, удастся решить и проблему использования его на пищевые цели.

Главным в данное время должно быть всемерное приближение научно-промысловых исследований по крилю к тем организационно-техническим формам, которые в данное время уже выкристаллизовываются в результате проведенных изысканий.

Криль может представлять интерес для промысла только летом в период нахождения его в фотическом слое. Как максимум, продолжительность лова может быть определена с ноября по март включительно. Поэтому независимо от решения всех других организационных и технических вопросов добычи и переработки криля должно быть ясным, что промысел будет сезонным и вся техническая база его должна будет использоваться на рыбном промысле в Южной Атлантике или других районах.

Выявление возможностей лова путассу в море Скотия и на склонах Фолклендско-Патагонского шельфа, о чем будет сказано ниже, будет способствовать решению проблемы.

Конструирование орудий лова, отработку приемов добычи криля должны вести с учетом тех типов судов, которые будут здесь промышленно.

Использование судов малого тоннажа в период рекогносцировочных исследований в море Скотия следует признать правильным, но в данное время ориентация на них для проведения научно-промысловых исследований может только задержать разработку проблемы.

Полный отказ от использования на промысле криля мелких судов и плавучих баз диктуется прежде всего не условиями плавания, промысла и применения тех или иных орудий лова, а быстрой порчей криля, в связи с чем передача улова с ловащих судов на базы полностью исключает возможность использования криля для изготовления из него пищевых продуктов. Передача с судна на судно выловленного криля приводит к огромным потерям растворимых белков. Поэтому такая организация окажется неэффективной даже в том случае, если бы весь улов предназначался для переработки на кормовую муку.

Судно, которое ловит криль, должно и перерабатывать его, а так как основным орудием для его добычи будут тралящие орудия лова, то тип судна определяется совершенно четко — это большой кормовой морозильный траулер с некоторым дополнительным оборудованием применительно к работе в водах Антарктики и переходам через тропические районы.

Применительно к крупным судам полностью исключаются траля жестких конструкций, учитывая небольшую площадь их облова по отношению к размерам и мощности больших траулеров, а также в связи с частыми повреждениями этих конструкций во время качки судна.

Учитывая небольшие скорости движения стай криля (до 1,5 миль в 1 час), представляется правильным всемерно повышать зев траля при разумном уменьшении скорости траления. Наиболее сложным окажется облов скоплений криля у поверхности вследствие расплывчатости косяков и распугивания их корпусом судна. При облове стай криля в толще на глубине более 10 м под килем судна наиболее реально обычное траление на курсе. Облов скоплений криля у поверхности может быть решен либо прицельным тралением на циркуляции, либо отведением траля от борта судна специальными распорными устройствами. В этих направлениях должна работать мысль конструкторов.

Применение близнецового траля на небольших бортовых траулерах не будет эффективным вследствие сложности подъема больших уловов путем многократных дележек.

Не будет, по-видимому, выгодным добывать криль близнецовым тралем с откачкой улова рыбонасосом третьим судном. В условиях достаточно сложной метеорологической обстановки такая система лова может оказаться чрезмерно сложной, не оправдывающей себя, так как обычно расстояния между стаями значительно превышают размер стай.

Использовать источники искусственного освещения для привлечения криля нереально вследствие его отрицательного отношения к его яркому свету. Возможность концентрации криля путем отпугивания светом требует специальных экспериментов. Наблюдения по поведению криля в электрополе, проведенные Г. Л. Петушко, представляют несомненный интерес, но требуют продолжения.

Большие запасы криля не вызывают сомнений, хотя очевидно, что расчеты американского ученого Пекенье сильно завышены. Он определил количество криля, только ежегодно съедаемое китами, в 270 млн. т. Эта цифра, учитывая продукцию китов в водах Антарктики и максимальные кормовые коэффициенты, завышена по крайней мере в 3—4 раза.

При определении масштабов промышленного использования криля следует иметь в виду, что рентабельный промысел его возможен только когда он держится стайно.

Большой ошибкой было бы ставить знак равенства между общим запасом криля и сырьевой базой будущего промысла. Неправильно также сырьевую базу будущего промысла отождествлять с величиной запаса криля, которая использовалась китами.

Для удовлетворения жизненных потребностей киту достаточно добыть в сутки 2—3 т криля. Для рентабельного промысла судно водоизмещением в 4—5 тыс. т должно ежедневно добывать его не менее 80—100 т в сутки.

Ближайшей задачей научно-промысловых исследований в море Скоттия должно быть расширение сезона промысла. Ежегодно в начале лета популяция криля состоит из двух возрастных групп — перезимовавших особей, родившихся в прошлом году, возраст которых равен почти полно-

му году, и родившихся в позапрошлом году, возраст которых приближается к двум полным годам, и у которых наступает половая зрелость.

Можно предполагать, что максимальная величина биомассы криля бывает либо перед самым размножением, либо в момент размножения. К концу лета биомасса, видимо, снижается, так как прирост годовиков не может компенсировать потери биомассы в итоге гибели отнерестовавших особей. Из сказанного следует, что в первую половину антарктического лета до размножения криля должен быть наиболее выгодным промысел двухгодовалых особей, а с окончанием нереста основным объектом должен быть молодой криль на втором году жизни.

В настоящее время очень трудно определить даже относительную роль отдельных потребителей криля в общей его биомассе.

Общепринятое мнение о том, что главным потребителем криля являются киты, по-видимому, правильно. Вместе с этим следует отметить, что киты не были таким большим потребителем криля, как это может показаться. Так, общая масса добытых китов в Атлантическом секторе Атлантики только раз — в 1936/37 г. достигала 7,5—8,0 млн. ц и размер этой добычи оказался чрезмерно высоким.

Исследования, проведенные на судне «Академик Книпович», значительно расширили представления о значении криля в питании рыб. Изучение питания наиболее распространенных рыб моря Скотия показало, что у некоторых донных, вторичнопелагических и батипелагических рыб криль является важным, а у некоторых рыб и основным объектом питания. По исследованиям Ю. Е. Пермитина, криль обнаружен в желудках у тридцати видов рыб, относящихся к двенадцати семействам: Rajidae, Paralepidae, Myctophidae, Scopelarchidae, Muraenolepidae, Gadidae, Moridae, Macruridae, Nototheniidae, Bathidraconidae, Caenichthyidae, Trichiuridae.

С самого начала февраля во время работы вблизи Южных Оркнейских островов экспедиция нашла скопления антарктического путассу (*Micromesistius australis*), который интенсивно откармливался крилем. Следует подчеркнуть, что по своим размерам, экстерьеру и жирности антарктический путассу очень мало напоминает североатлантический подвид (*Micromesistius poutassou*), отличающийся небольшими размерами и низкой упитанностью.

Средняя масса антарктического путассу составляет 1,1 кг при длине около 50 см. Масса печени достигает 9—10% от массы тела. Мясо путассу отличается хорошими вкусовыми качествами, а печень представляет ценное сырье для изготовления консервов.

На откорм в море Скотия приходят только взрослые особи после нереста. Уже к концу января путассу отличается высокой упитанностью. Судя по наблюдениям Д. А. Шубникова, Ю. Е. Пермитина и С. П. Возняка, путассу покидает южные области моря Скотия в марте и, по-видимому, в октябре—ноябре он размножается вблизи Фолклендского шельфа.

В море Скотия он встречался в южной половине, заходя на восток, видимо, до Южных Сандвичевых островов. Средний улов путассу за 1 час лова методом прицельного траления составлял около 2,8 т, а отдельные подъемы достигали 10 т и более.

Наиболее перспективен промысел путассу, видимо, с середины января — начала февраля до начала его размножения. Переход путассу к нерестилищам обязательно должен быть использован промыслом. Проследить его миграционный путь в этот период времени не представляет особых трудностей.

Криль является важным объектом питания и для пернатого мира Антарктики, капских голубей, альбатросов, пингвинов.

Несмотря на исключительно важное значение криля в питании всего животного мира Антарктики, запасы его используются все же слабо.

Конечная продукция в виде китов, формирующаяся во всей Антарктике за счет криля, составляет в общем очень небольшую цифру порядка 2,5—3,0 млн. т. Это крайне скромная цифра по сравнению с количеством планктофагов даже только Северной Атлантики, где улов их достигает ежегодно 10,0 млн. т.

Слабое использование запасов антарктического криля животным миром обусловлено тем, что большинство его потребителей и в частности все рыбы принадлежат к местной фауне. Исключением являются киты, приходящие из более низких широт. Из рыб в воды Антарктики мигрирует для откорма путассу. Вид многочисленный, однако в море Скоттия приходит только взрослая часть его популяции после нереста.

Главную причину ограниченного использования криля мы видим в изоляции вод, омывающих Антарктиду вследствие восточного дрейфа, представляющего своеобразный барьер между водами умеренных широт и крайнего юга. Этот барьер преодолевают киты и путассу. Ареал путассу охватывает район южнее восточного дрейфа, где шельфы Южной Америки и Антарктиды разделяются сравнительно узким проливом Дрейка.

Естественно, что в условиях такой своеобразной изоляции криля не могли возникнуть массовые миграции рыб из более северных районов в южные. И тем самым не могла создаваться ситуация, при которой запасы криля могли бы интенсивно использоваться фауной более низких широт, как это имеет место в северном полушарии.

Поэтому наряду с развитием промысла криля возникает проблема акклиматизации в водах Антарктики таких живых организмов, которые могли бы стать массовым потребителем криля и представлять в то же время ценный объект для промысла.

В прошлом «аккумуляторами» криля были киты, хотя количество последних, по нашему мнению, было и недостаточным для интенсивного использования его запасов. Человечество не сумело рационально организовать китобойный промысел, и мы накануне того момента, когда киты прекратят свою полезную для человека деятельность по «переработке» криля в жир. Восстановление запасов китов в Антарктике — одно из первых мероприятий, которое должно быть осуществлено для построения плана рационального использования живых ресурсов в этом районе Мирового океана.

В отношении проблемы акклиматизации можно высказать пока только несколько общих соображений. Возможным центром акклиматизации бореальных видов рыб для использования кормовых ресурсов зоны антарктической конвергенции может быть банка Бердвуд, являющаяся самым южным участком Патагонского шельфа, а также мелководье около мыса Горн. Этот район омывается относительно теплыми водами, идущими из Тихого океана, и, по-видимому, по своему термическому режиму может быть местом размножения некоторых бореальных видов. Труднее ответить на вопрос, как в этом районе могут сложиться нагульные миграции, путь которых должен пересечь глубоководные районы Антарктики.

Следующим этапом освоения биологических ресурсов Антарктики должна быть опытно-промысловая экспедиция, по своим задачам и оснащению приближающаяся к будущей организации промысла.

УДК 639.2(079.3)

Научно-промысловое судно «Академик Книпович» Марти Ю. Ю., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 13—20.

Даются описания нового исследовательского судна большого тоннажа и радиуса действия для изучения проблем биологической продуктивности океана. Судно может вести комплексные океанологические и научно-промысловые исследования во всех районах земного шара в любое время года. Наибольшая длина — 84,7 м, водоизмещение — 3920 т, дальность плавания — 13 000 миль, скорость около 12,5 миль, мощность главного двигателя 2000 л. с. Судно оснащено всеми современными навигационными средствами, приборами для поиска рыбы и орудиями ее лова в толще воды и у дна. На судне имеется 13 лабораторий для выполнения исследований различного профиля.

УДК 639.2.001.5

Организация научно-промысловых исследований. Марти Ю. Ю., Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), т. 66, 1969, стр. 21—28.

Излагаются задачи, принципы и методика научно-промысловых исследований океана, предусматривающие выявление биологических ресурсов с целью организации их промысла на научной основе.

Определяются требования к океанографическим исследованиям, проводимым при изучении биологических ресурсов океана.

Излагается программа научно-промысловых исследований в антарктических водах в 1964/65 г., выполненная во время плавания научно-промыслового судна «Академик Книпович».

УДК 639.2(079.3)

Маршрут экспедиции и навигационная характеристика районов. Петухов А. Г., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 29—33.

Дается навигационная характеристика моря Скотия по наблюдениям с э/с «Академик Книпович» в 1964/65 г. Освещаются радиолокационные ориентиры при подходах к Южным Оркнейским островам. Уточнено положение о. Кондлмос в группе Южных Сандвичевых островов.

УДК 551.462(264.3)

Рельеф дна моря Скотия. Авилов И. К. и Гершанович Д. Е., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 34—62.

Приводятся характеристики рельефа дна моря и дается описание особенностей рельефа в районе о. Южная Георгия и Южных Оркнейских островов. Район моря Скотия в геоморфологическом отношении — один из наиболее сложных в Мировом океане и это объясняется его пограничным положением между Южной Америкой и Западной Антарктидой, с одной стороны, и Тихим и Атлантическим океаном, с другой.

Геоморфологические исследования экспедиции на научно-промысловом судне «Академик Книпович» в море Скотия подтвердили необходимость четких представлений о распределении глубин в связи с изучением промысловых перспектив этого приантарктического бассейна. Установлено, что концентрации кривля приурочены к верхней части островных склонов значительной крутизны. В некоторых случаях это делало необходимым выполнение специальных съемок глубин, облегчавших поисковые работы.

Авторы подчеркивают важность дальнейшего расширения геоморфологических исследований в море Скотия.

УДК 551.46(264.3)

О гидрологических условиях в море Скотия в феврале—марте.

Елизаров А. А., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 63—72.

Излагаются результаты исследований научно-промыслового судна «Академик Книпович» в феврале—марте 1965 г. в море Скотия. Лето 1965 г. было аномальным: температура воздуха была выше среднего уровня, а сила ветра — несколько ниже. Соответственно в море имели место условия, характерные для теплых лет.

Динамическая обработка полученных данных позволила дополнить и уточнить представления о динамике вод в восточной части моря Скотия. Особенно важно выяснение динамики в районах скопления кривля (течение, направленное на запад вдоль северного склона шельфа Южных Оркнейских островов, и круговое движение циклонического характера севернее и северо-восточнее о. Южная Георгия).

Рассматривается влияние внутренних волн приливного происхождения на изменение положения холодных полярных вод по вертикали в течение суток. Большое значение имеет вывод об особенностях распределения величин вертикальной устойчивости в районах массового промысла кривля.

Таблиц 1. Рисунков 8. Библиографий 10.

УДК 551.46(264.3)

О водных массах моря Скотия. Масленников В. В.,

Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 73—84.

Приводятся выводы о структуре водной толщи (до глубины 1000 м) моря Скотия. Исследованиями здесь обнаружено три слоя воды: летнего прогрева (до 50 м), зимний холодный остаточный слой (до 150—200 м), глубинная теплая водная масса (до 1000 м). Два первых слоя составляют Антарктическую поверхностную водную массу. У Южных Оркнейских островов наблюдается мощный холодный слой, связанный, по-видимому, с опусканием по шельфу зимой холодных тяжелых вод, т. е. процесс, аналогичный происходящему на Антарктическом шельфе моря Уэдделла.

Рисунков 5. Библиографий 6.

УДК 595.383.1(264.3)

О физико-географических условиях ареала. Ярогов Б. А., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 85—101.

Делается попытка выяснения физико-географических условий обитания и распределения кривля в морях Скотия и Уэдделла.

Приводится вывод об ограниченности распространения кривля. Наибольшие его скопления приурочены к зонам течения Уэдделла, совпадающим с окраинной зоны развития циклонической деятельности. Особенно плотные скопления образуются во фронтальных зонах, там, где холодные воды течения Уэдделла соприкасаются с водами течения Западных ветров. Такие зоны особенно отчетливо выражены около островных цепей и у о. Южная Георгия.

Рисунков 10. Библиографий 14.

УДК 551.464

О методике гидрохимических исследований на научно-промысловом судне

«Академик Книпович». Орадовский С. Г., Федосов М. В., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 102—107.

Излагается новая методика определения биогенных элементов (фосфора, кремния, нитритов) на удлиннном фотоэлектроколориметре с ламповым нуль-инструментом, успешно применявшаяся на судне «Академик Книпович». Эта методика имеет несомненные преимущества по сравнению с визуальным определением биогенных элементов при помощи цилиндров Генера.

Для определения рН на судне «Академик Книпович» применялся высокочувствительный и точный прибор «рН метр 4» датской фирмы «Радиометр».

Впервые в аналитической практике морских гидрохимических исследований непосредственно в судовых условиях определялись биологически активные микроэлементы — марганец и молибден. Для их определения применялись каталитические методы анализа. Приводится подробная пропись анализа для определения молибдена. Описываются приемы взятия, фильтрования и хранения проб воды для определения микроэлементов.

УДК 551.464(264.3)

Некоторые черты химии вод моря Скотия. Орадовский С. Г., Волковинский В. В., Ткаченко В. Н., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 108—115.

Описываются гидрохимические исследования, выполненные в 1964/1965 гг. экспедицией на научно-промысловом судне «Академик Книпович».

Воды моря Скотия характеризуются чрезвычайно высоким содержанием биогенных элементов (январь—март 1965 г.). Содержание кремния позволило разделить воды моря Уэдделла, занимающие южную часть моря Скотия, и воды моря Беллинсгаузена, проникающие в его северные районы.

Воды, прилегающие к островам, отличались повышенными концентрациями марганца и молибдена, а также значительным пересыщением растворенным кислородом и большими величинами первичной продукции в отличие от вод центральной части моря Скотия, которые характеризовались малыми величинами вышеупомянутых характеристик.

УДК 577.475(261/264)

Основные закономерности биологической продуктивности Южной Атлантики. Кашкин Н. И., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 127—158.

Приводится сводка опубликованных результатов основных исследований количественного распределения планктона, включая Атлантический сектор Антарктики. Приведены карты распределения первичной продукции, численности и биомассы фито- и зоопланктона (исключая эуфаузиид). Несколько более детально освещено распределение и сезонность развития планктона у северо-восточных берегов Южной Америки и в Восточной части Карибского моря, а также в водах Бенгальского течения и шельфа Патагонии.

Рисунков 25. Библиографий 25.

УДК 551.464.7:581.526.325(264.3)

Измерения первичной продукции в море Скотия. Волковинский В. В., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 159—166.

Приводятся измерения первичной продукции радиоуглеродным методом. Воды прибрежных районов у островов Ю. Оркнейских, Ю. Сандвичевых, Ю. Георгии и Фолклендских характеризовались повышенными величинами первичной продукции — до $45 \text{ мгС/м}^3/\text{день}$ в противоположность водам центральной части моря Скотия, где величины первичной продукции не превышали $3,5 \text{ мгС/м}^3/\text{день}$. Такое различие объясняется повышенным содержанием в прибрежных районах биологически активных микроэлементов — марганца и молибдена, которое способствует формированию в этих районах более высокой величины первичной продукции.

Обнаружена прямая связь между величинами первичной продукции и количеством растворенного кислорода в поверхностных слоях вод моря Скотия, а для некоторых районов — между первичной продукцией и биомассой фитопланктона.

Прибрежные и глубоководные районы моря Скотия имели различное вертикальное распределение фотосинтетически активного фитопланктона. Так, в глубоководных районах слабый фотосинтез на поверхности довольно плавно уменьшается с глубиной в отличие от мелководных районов, где значительный поверхностный фотосинтез резко убывает с глубиной.

УДК 577.475(264.3)

О количественном распределении планктона в море Скотия и прилежащих районах. Канаева И. П., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 167—175.

Излагаются результаты исследований количественного распределения планктона в море Скотия.

Наиболее высокая биомасса планктона обнаружена в южной и восточной частях моря Скотия в районах свалов у островов и подводных возвышенностей вблизи стыка течений моря Уэдделла и моря Беллинсгаузена. В этих районах наблюдалось массовое развитие водорослей. Значительно меньшее количество планктона обнаружено в центральной части моря. Общая биомасса планктона в слое воды от поверхности до 100 м в среднем изменялась от 0,25 до $1,0 \text{ мл/м}^3$.

Рисунков 5. Библиографий 8.

УДК 595.383.1

К биологии антарктического криля. Шевцов В. В., Макаров Р. Р., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 176—205.

Излагаются наблюдения за распределением криля *Euphausia superba* Dana в море Скотия. Встреченные скопления криля были приурочены к островной дуге Скотия. Установлено раздельное существование возрастных групп. В большинстве исследованных районов встречался неполовозрелый криль. Только у восточной оконечности Южных Оркнейских островов были обнаружены значительные количества взрослых особей. Половозрелый криль найден вблизи островов, в то время как молодь попадалась в открытых районах моря.

Основные массы криля сосредоточены в верхнем 4-м слое, и толщина этого слоя изменяется в зависимости от положения слоя температурного скачка.

В разных участках дуги Скотия были встречены поля криля, достигающие особенно большой мощности у о. Южная Георгия (порядка нескольких тысяч квадратных километров).

УДК 595.383.1

Питание криля и некоторые особенности его поведения. Павлов В. Я., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 206—221.

Материалом для исследования послужили анализы 74 проб криля *Euphausia superba* Dana, взятых из уловов разноглубинного трала. Проводилось наблюдение за состоянием пищеварительной системы криля, наполнением «ловчих корзин», желудков и кишечника.

Основным объектом питания криля является фитопланктон. Анализ содержимого желудка свидетельствует об отсутствии у криля избирательной способности. В питании криля наблюдается четко выраженный суточный ритм с двумя максимумами интенсивности откорма в дневные и ночные часы. Наличие суточного ритма в питании определяет ритмичность в образовании скоплений криля. Время образования скоплений, размер их тесно связаны с количеством фитопланктона. Закономерность образования скоплений в определенные часы суток, когда криль имеет минимум интенсивности откорма, указывает на биотический характер образования скоплений. Различия в реакции на опасность стайного и одиночного криля, а также зависимость величины скоплений и времени их образования от условий откорма позволяют говорить о защитно-приспособительном значении скоплений.

Таблиц 1. Рисунков 10. Библиографий 10.

УДК 595.383.1

Визуальные наблюдения за крилем с борта научно-промыслового судна «Академик Книпович». Шуст К. В., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 222—229.

Проведенные наблюдения показали, что пятна криля чаще всего встречаются до полудня, реже в вечерние часы. Наиболее важным фактором, сопутствующим появлению криля у поверхности, является освещение (облачность). В солнечные дни скопления криля не встречались. Ветер до 7 баллов и волнение до 6 баллов не влияют на образование полей криля. Скопления у поверхности образует как половозрелый, так и неполовозрелый криль.

УДК 595.383.1

Подводные наблюдения за крилем. Рагулин А., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 230—233.

Излагаются результаты подводных наблюдений за крилем в море Скотия. Плотность скоплений криля достигает несколько тысяч экземпляров в 1 м³ и массы в несколько килограммов. Скорость передвижения стай достигает 1,5 мили в час. Во время движения все точки в статье ориентированы в одном направлении.

УДК 595.383.1

Аквариальные наблюдения за поведением криля. Семенов В. Н., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 234—238.

При изыскании возможности лова криля с использованием света были проведены опыты в аквариуме, показавшие, что реакция *E. superba* на свет зависит от величины освещенности. Криль собирается в освещенную зону и образует скопления лишь при очень слабой освещенности, избегая как совсем затемненных, так и яркоосвещенных участков. С постепенным увеличением освещенности усиливается двигательная активность рачков и реакция на механическое раздражение; расширяются хроматофоры. При внезапном включении сильного света животные быстро покидают световую зону, двигаясь при помощи abdomena со скоростью до 1—1,5 м/сек. Обычная скорость движения при помощи плеопод составляет приблизительно 0,03—0,1 м/сек в спокойном состоянии и 0,3—0,6 м/сек в возбужденном.

УДК 595.383.1

Поведение криля в световых и электрических полях. Петушков Г. Д., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 239—241.

Подводится итог исследований по привлечению криля в световые поля. Опыты показали, что криль избегает зон интенсивного освещения. Изучение поведения криля в однородном поле постоянного электрического тока проводилось в море и аквариумах. Установлена положительная реакция к аноду. Необходимы дальнейшие эксперименты.

УДК 595.383.1

Наблюдение за крилем в зоне искусственного освещения. Михайловский Ю. А., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 242—244.

Описываются наблюдения за поведением криля в зоне искусственного освещения, проведенные в Южной Атлантике, в морях Скотия и Уэдделла. При экспериментах с двумя подводными лампами (белая и красная) было установлено, что криль уходит из ярко освещенной зоны и держится на периферии светового пространства.

Таблиц 1.

УДК 639.28

Некоторые биоокеанологические предпосылки поиска криля. Авилов И. К., Елизаров А. А., Канаева И. П., Павлов Г. Н., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 245—247.

Описываются исследования, проведенные на судне «Академик Книпович», позволившие выявить океанологические условия, сопутствующие нахождению скоплений криля на поверхности или в толще воды. Эти данные положены в основу методики поиска криля. Поиску должны предшествовать анализ рельефа дна и океанографические наблюдения. Осуществляется поиск скоплений криля путем визуальных наблюдений и при помощи эхолота.

Библиографий 2.

УДК 639.245.1

Киты и их промысел во втором секторе Антарктики. Зенкович В. А., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 248—265.

Освещается история развития и современное состояние китового промысла во втором секторе Атлантического океана (море Уэдделла и Скотия).

Район имеет видное значение в китовом промысле, является наиболее продуктивной зоной Антарктики. Приводится подробная статистика по всем видам китов с 1904/05 по 1964/65 г.

В районе добывается около 37% всех китов, промыслаемых в Антарктике. Жировая продукция составляет — 34% мирового антарктического промысла.

УДК 577.472(264.3)

О пищевых цепях в море Скотия. И. П. Канаева, Ю. Ю. Марти, Ю. Е. Пермитин, Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 266—274.

Рассматриваются пищевые цепи водных организмов Антарктики. Установлена высокая продуктивность антарктических вод по эуфаунидам (*Euphausia superba* Dana), являющимся главным потребителем фитопланктона и представляющим собой основной корм для китов, рыб и птиц.

Устанавливается слабое использование криля всеми животными, в частности китами.

УДК 639.28:639.2.081.1(264.3)

Опытный лов криля в море Скотия. Гройсман М. Я., Карпенко Э. Л. и Степанов Г. Н., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 275—282.

Освещаются эксперименты опытного лова криля в море Скотия пелагическим разноглубинным тралом при различных условиях его вертикального распределения в толще воды.

Наибольшие уловы были достигнуты при облове скоплений криля вблизи поверхности. Горизонтальное раскрытие трала обеспечивалось маневрами судна.

Приводится новая конструкция трала для лова криля, обеспечивающая более высокую производительность его добычи.

УДК 639.28:639.2.065

Опытно-промысловый лов антарктического криля с СРТР «Орехово» и «Обдорск». Туполев В. М., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 283—293.

Описывается опытно-промысловый лов криля в море Скотия в 1965 г. Испытывались следующие орудия лова: разноглубинный 17,5 м трал, близнецовый трал 19/677, бортовой трал первого типа с рыбонасосной установкой, бортовой трал второго типа без рыбонасосной установки.

В задачу исследований входило также определение возможности передачи улова криля с добывающего судна на судно-базу в специальных передаточных мешках.

Установлено, что как разноглубинный трал, так и бортовой трал (в обоих вариантах) отвечают условиям промысла с судов типа СРТР и РТ. Однако работы по их улучшению должны быть продолжены, причем особое внимание должно быть уделено совершенствованию трала с рыбонасосной установкой.

Рыбонасосная установка РБ-150 по своей конструкции и параметрам обеспечивает откачку криля, попадающего в трал. Вододелитель вертикального типа также вполне пригоден для крилевого промысла.

Вопрос о передаче улова криля в специальных мешках с добывающего судна на судно-базу нельзя считать решенным, так как во время опытных работ было отмечено ухудшение качества сырья (наблюдалась большая потеря растворимого белка). В связи с этим опыты по передаче улова должны быть продолжены.

Таблиц 4. Иллюстраций 5.

УДК 664.951.81.014

Технологическая характеристика криля. Крючкова М. И. и Макаров О. Е., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 294—297.

Излагаются результаты органолептического и химического анализов криля. Средняя масса криля несколько меньше грамма. Максимальная масса около 1,3 г.

Криль содержит около 15 белка и от 3 до 6% жира.

Мясо криля отличается приятным вкусом, напоминающим креветок, и может использоваться в пищевых целях.

Материалы по биологии путассу. Шубников Д. А., Пермитин Ю. Е., Возняк С. П., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 298—305.

Работами Южно-Атлантической экспедиции ВНИРО и некоторыми другими экспедициями установлено распространение путассу в море Скотия от Южных Оркнейских островов и на Патагонском шельфе до залива Рио-де-ла-Плата. Биология этого вида рыб почти не изучена. Размерный состав уловов путассу в районе Ю. Оркнейских островов и в Фолклендско-Патагонском районе имеет некоторые различия. В море Скотия в уловах представлены исключительно взрослые особи длиной 49—51 см. В Патагонско-Фолклендском районе размер рыб колебался в пределах 37—60 см и встречались неполовозрелые рыбы. Индивидуальная масса путассу колебалась от 180 до 1400 г.

Возраст путассу определен по отолитам. Основу улова в море Скотия составляли 5—7-летние рыбы. Путассу в море Скотия имеет богатейшую кормовую базу в виде криля, и ее условная жирность здесь достигает более 10%. В Патагонско-Фолклендском районе условия питания хуже, жирность рыб здесь около 7%.

В феврале—марте гонады рыб находились преимущественно во II-й стадии зрелости.

Южная путассу в море Скотия встречалась в пелагиали на глубинах 10—70 м, а в Фолклендско-Патагонском районе на шельфе в придонных слоях на глубинах 200—300 м. Популяция путассу отличается высокой численностью и в настоящее время практически не подвергается воздействию промысла.

УДК 639.223(264.3)

Опытный лов путассу (*Micromesistius australis*, Norman) с научно-промыслового судна «Академик Книпович». Басалаев В. Н., Петухов А. Г., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 306—309.

Приводятся результаты опытного лова путассу в море Скотия в феврале 1965 г. Средний улов его вблизи Южных Оркнейских островов за 1 час траления разноглубинным пелагическим тралом составлял около 1,8 т. Наибольший улов достигал 10 т за 1 ч 15 мин.

УДК 664.951.014:664.951.23

Технохимическая характеристика и пищевое использование рыб моря Скотия. Дубровская Т. А., Макаров О. Е., Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 310—316.

Приводится химический состав рыб Антарктики (*Chaenocephalus aceratus*, *Pseudochaenichthys gergianus* и *Champscephalus gunnari*, *Notothenia gibberifrons*, *Notothenia rossi marmorata*, *Gymnoscopelus nicholsi*, *Micromesistius australis*).

При изучении определяли весовой и размерный состав рыб, а также общий химический состав их мяса.

Проведенные исследования показали, что рыбы морей Скотия и Уэдделла по вкусовым качествам и своему химическому составу съедобны. Наибольший интерес как промысловый объект представляет антарктический путассу, печень которого составляет 9—10% от веса рыбы и содержит витамин А (около 800 инт. е. на 1 г жира).

Основные итоги океанологических и научно-промысловых исследований в море Скотия и сопредельных районах. Ю. Ю. Марти, Труды ВНИРО, т. 66, 1969, стр. 317—328.

Излагаются основные выводы исследований, полученные Южно-Атлантической научно-промысловой экспедицией ВНИРО во время плавания в Антарктике в 1964/65 г. Статья обобщает исследования, выполненные отдельными отрядами и участниками экспедиции, опубликованные в 65 томе трудов ВНИРО.

Море Скотия — один из наиболее богатых жизнью районов Антарктики. Высокая биологическая продуктивность определяется большим содержанием биогенных элементов и, в частности, фосфатов. Первичная продукция, измеренная углеродным методом, достигает 13—25 мг С/м³ /день. Основной потребитель фитопланктона в антарктических водах — пелагический рачок-криль (*Euphausia superba* Dana). Освещаются новые данные его биологии и поведения. Рачок образует скопления до нескольких килограммов в 1 м³, представляющие интерес для промышленного использования. Отдельные уловы достигали 10 т за 1 час траления разноглубинного трала.

Рассматриваются организационно-технические вопросы добычи криля и повышения эффективности его промысла.

Наряду с высокой биологической продуктивностью моря Скотия отмечается слабое использование запасов криля животным миром Антарктики.

Труды ВНИРО, том LXVI

**Морские биологические
ресурсы Антарктики**

Редактор *М. Б. Сабеникова.*
Техн. редактор *Г. Г. Абрамова.*
Корректор *Э. Я. Рувинова.*

Т-04329. Сдано в набор 1/VII 1968 г. Подписано
к печати 5/III 1969 г. Формат 70×108/16. Объем
21,25 п. л.=29,75 усл. п. л. Уч.-изд. л. 29,26.
Тираж 1000. Изд. № 2300. Зак. 6680. Цена 3 руб.
Бум. № 2. Издательство «Пищевая промышлен-
ность», Москва, Б-120, Мрузовский пер., 1.

Типография «Полярная правда»,
г. Мурманск, ул. К. Маркса, 18.