

Методический подход к оценке травматической гибели криля, прошедшего сквозь ячею трала

В.В. Акишин,
И.Г. Истомин,
В.А. Татарников

Всероссийский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии
(ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: akishin@vniro.ru

Промысел антарктического криля *Euphasia superba* в течение нескольких десятилетий осуществляется разноглубинными тралами различных конструкций, в том числе бимтралами. При проведении траления в улов попадает не весь криль, оказавшийся в зоне облова разноглубинного трала. В зависимости от структуры стай, размера и физиологического состояния особей криля часть рачков проходит через сетную оболочку трала и избегает поимки. Соприкасаясь с нитями сетного полотна, рачки могут получить механические повреждения, способные привести к их гибели. Предлагаемая методика применима для оценки травматической гибели криля, прошедшего в процессе траления через сетную оболочку трала, только при ведении промысла с подъёмом орудия лова с уловом на борт судна. Для аналогичной оценки травматической гибели криля при ведении промысла с использованием рыбонасоса необходимо разработать специальные методы получения исходного материала для проведения экспериментов. Однако, учитывая тот факт, что конструкции тралов, используемых при этих вариантах ведения промысла, аналогичны или несущественно отличаются от первого, полученные результаты можно интерполировать и на них. Сбор особей криля, прошедших в процессе траления через ячею сетного полотна орудия лова, осуществляется с помощью специально изготовленных сетных мешков-уловителей, устанавливаемых на сетную оболочку исследуемого трала. При выборке трала криль, попавший в процессе траления в эти уловители, изымается и затем помещается в специальные ёмкости с морской водой для проведения аквариальных исследований по определению его выживаемости.

Ключевые слова: антарктический криль *Euphasia superba*, разноглубинные тралы, отсев криля, мелкочейные уловители, травматическая гибель, аквариальные эксперименты.

ВВЕДЕНИЕ

Промысел антарктического криля *Euphasia superba* Dana, 1852 в течение нескольких десятилетий осуществляется разноглубинными тралами различных конструкций, в том числе разноглубинными бимтралами. При этом на траулерах используются три основных варианта ведения лова: дискретный лов (отдельные траления) с подъёмом орудия лова с уловом на борт судна; дискретный лов с гидротранспортированием улова на борт судна с помощью рыбонасоса; непрерывный лов с гидротранспортированием улова на борт судна насосом [Akishin et al., 2012].

При проведении траления орудие лова либо прицельно наводится на отдельные плотные скопления, либо облавливает слой воды с находящимися в нём скоплениями криля. При этом в улов попадает не весь криль, оказавшийся в зоне действия разноглубинного трала. В зави-

симости от структуры стай, размера и физиологического состояния особей криля часть рачков проходит через сетную оболочку трала и избегает поимки. Этот процесс происходит по всей длине орудия лова как в передних частях трала, так и в мешке, и называется селективностью. В большинстве крилевых тралов размер ячеи сетного полотна максимален в передних секциях и постепенно уменьшается по мере приближения к мешку, где он минимален [Акишин, 1998].

Вопросы травматической гибели криля, отсеянного орудием лова, вызывали большой интерес у исследователей и обсуждались на заседаниях рабочей группы АНТКОМ [Воронина, 1993; Korotkov, Kasatkina, 2010; Akishin et al., 2012]. Наблюдения за объячеянным крилем показали, что чаще всего рачки зажимались и травмировались в острых углах, образованных нитями ромбической ячеи [Норинов, Ефанов, 1993].

Экспериментальные работы по оценке выживаемости криля, прошедшего через сетную оболочку трала, проводившиеся специалистами [Акишин, 1993; Норинов, Ефанов, 1993], дали соизмеримые результаты. Так В.В. Акишиным в 1988 г. было установлено, что доля живого криля, вышедшего в конусной части мешка через дель с шагом ячеи 12 мм, составила 67%, а вышедшего в цилиндрической части через дель с шагом ячеи 10 мм, составила 80%. Однако сохранение активности в течение длительного интервала времени и визуальная, без оптики, констатация повреждений не являются гарантией полной жизнеспособности рачков [Воронина, 1993].

Целью исследования является разработка методического подхода к оценке травматической гибели криля, прошедшего сквозь ячею трала, для последующего создания стандартной методики количественной оценки смертности отсеявшихся рачков при промысле криля.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор особей криля, прошедших в процессе траления через ячею сетного полотна орудия лова, осуществляется методом применения мелкоячеистых покрытий (уловителей) [Трещев, 1974], то есть с помощью специально изготовленных сетных мешков-уловителей, устанавливаемых на сетную оболочку исследуемого трала. При выборке трала криль, попавший в процессе траления в эти уловители, изымается и затем помещается в специальные ёмкости с морской водой для проведения аквариальных исследований по определению его выживаемости.

В научной литературе вопрос о работоспособности мелкоячеистых крилевых уловителей практически не обсуждался. Отмечалась лишь возможность затормаживания выхода рачков через оболочку трала в местах установки уловителей [Воронина, 1993].

К основным проблемам, потенциально возникающим при применении мелкоячеистых уловителей для исследования травматической гибели криля, отсеянного орудием лова, относятся:

- травмирование криля в уловителях в процессе траления и выборки орудия лова;
- возможность активного избегания рачками уловителя в результате поведенческой реакции или пассивного сноса криля мимо уловителя из-за гидродинамического подпора;
- локальное изменение рабочей формы трала в зоне установки уловителей.

Под активным избеганием крилем уловителя понимается такая поведенческая реакция, когда находящийся в естественных условиях рачок реагирует на надвигающееся на него сетное полотно уловителя и уклоняется от него. Такая реакция возможна только в первоначальные моменты взаимодействия криля с сетной оболочкой трала, когда его энергетические возможности еще не исчерпаны [Акишин, 1998].

Под пассивным сносом рачков мимо уловителя понимается их прохождение через сетную оболочку трала вместе с потоком воды рядом с уловителем из-за гидродинамического подпора, возникающего в месте установки уловителя. В этом случае криль ранее уже реагировал на сетную оболочку трала, активно уклонялся от нее, а его энергетические возможности исчерпаны.

Каждый из перечисленных факторов, в случае его реализации при проведении экспериментальных работ с использованием мелкоячеистых уловителей, способен повлиять на достоверность получаемых результатов. Поэтому для объективной оценки результатов, полученных при использовании данного метода, следует рассмотреть влияние этих факторов на репрезентативность полученных данных.

Криль — очень нежный объект лова, который с трудом выдерживает воздействие нагрузок при выборке трала, поэтому возникают сложности с обеспечением сохранности содержимого уловителей. При проведении экспериментальных работ [Акишин, 1993, 1998] эта проблема решалась путём поочередной приостановки выборки трала в момент выхода уловителя на промысловую палубу после пересечения слиповой канавки и немедленного изъятия содержимого уловителей исследователем, что резко уменьшало вероятность повреждения рачков при палубных операциях.

В процессе движения трала в потоке воды его сетная оболочка создает гидродинамический подпор за счёт присоединённой массы воды. Скорости движения воды внутри трала отличаются от скорости движения всей траловой системы в целом. В частях трала, где имеется мелкая ячея (мелкоячеистые рубашки, вставки, опушки), фильтрация воды ухудшается и, соответственно, увеличивается подпор [Костюков, 1985; Костюков, Мизюркин, 1985; Мизюркин, Чернецов, 1985].

Аналогичное явление может происходить в локальном масштабе в районе установки мелкоячеистого уловителя. Гидродинамический подпор, возникающий из-за большей площади зате-

нения нитей уловителя по сравнению с соседними участками оболочки трала, способен вызвать пассивный снос рачков в сторону от устья уловителя и их просеивание через сетное полотно на соседних с ним участках. Наиболее сильно это явление проявляется в канатной и крупноячейных частях трала.

Нельзя исключить и возможность активного уклонения рачков от уловителя. Суммарная затенённость траловой оболочки (отношение площади нитей к площади сетного полотна) в месте установки уловителя значительно выше аналогичного показателя на соседних с ним участках, что создаёт эффект «тёмного пятна» и может вызвать активное избегание рачками уловителя.

На конструктивном уровне эта проблема решалась выбором длины и кроя уловителя, обеспечивающим условия для повышенной фильтрации воды через стенки уловителя и исключая возникновение подпора в его устье. Проверка работоспособности мелкоячейных уловителей, а также контроль локальных изменений рабочей формы трала в зоне их установки осуществлялись методами подводных наблюдений.

Для оценки работы мелкоячейных крилевых уловителей по разработанной ВНИРО программе на НПС «Зунд» в 1988 г. были проведены визуальные подводные наблюдения с использованием буксируемых двухместных аппаратов «Тетис» (рис. 1).

Подводные наблюдатели отметили, что уловители имели расправленную форму, не прижимались к сетной оболочке трала, а отходили от неё под значительным углом. Задняя кромка уловителей была приподнята над сетным полотном на расстоянии 20–25 см (рис. 2, 3). случаев избе-

гания крилем уловителей отмечено не было. Выход рачков рядом с уловителями был таким же, как и на значительном удалении от них. Возможности наблюдения позволяли заметить избегание рачками уловителей.

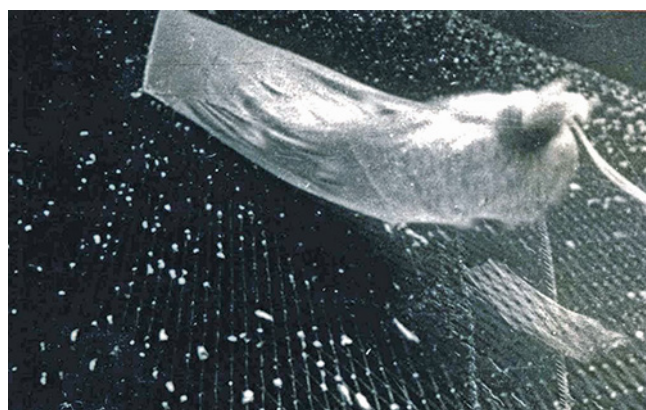


Рис. 2. Мелкоячейный уловитель на верхней части трала [Korotkov, Kasatkina, 2010]

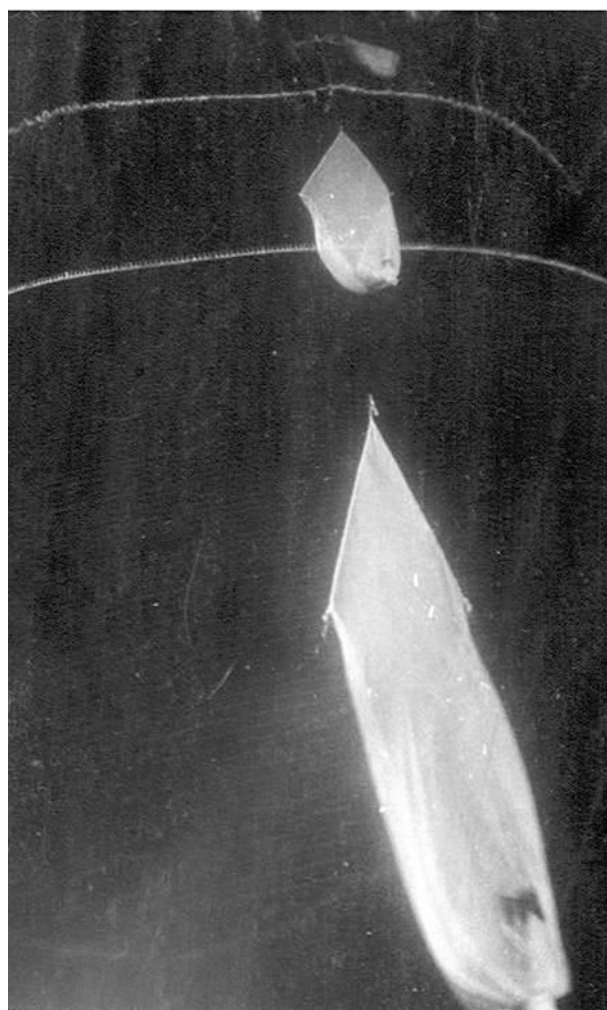


Рис. 3. Форма мелкоячейных уловителей во время траления [Korotkov, Kasatkina, 2010]

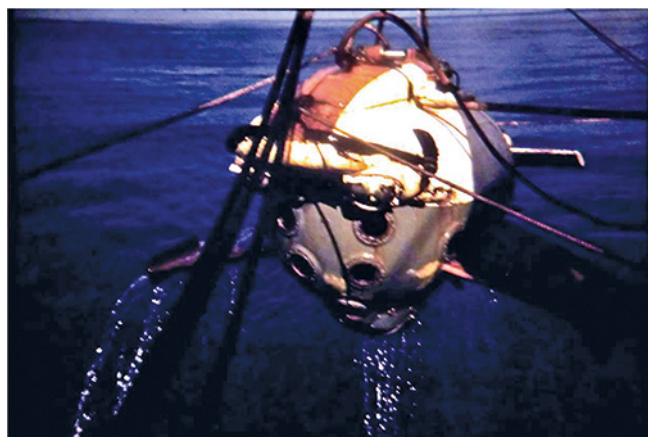


Рис. 1. Буксируемый подводный аппарат «Тетис» после произведённого погружения поднимается на палубу судна

Подводные наблюдения показали, что уловители представленных ниже конструкций обеспечивают необходимые условия работы, позволяющие полагать, что масса рачков, попавших в уловитель за период траления, репрезентативно соответствует массе рачков, прошедших через соседние участки с тем же шагом ячеи.

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Сбор материала

1.1. Конструкции мелкоячеистых уловителей.

Сбор рачков, прошедших в процессе траления через ячеи сетной оболочки трала, осуществляется с помощью мелкоячеистых уловителей. Материал, размеры и конструктивные особенности уловителя зависят от конструкции исследуемого трала, размеров пластин трала, шага их ячеи, но шаг ячеи уловителя должен быть меньше шага ячеи в исследуемом участке сетного полотна в орудии лова. В зависимости от условий проведения экспериментальных работ, ассортимента сетематериалов, квалификации исполнителей и времени на подготовку рекомендуется исполь-

зовать один из следующих вариантов конструкции уловителей.

Мелкоячеистый уловитель с ромбовидной ячеей состоит из двух частей (пластин), верхней (а) и нижней (б), которые сшиваются между собой шворочным швом по кромкам 1, 3 и 2, 4, соответственно (рис. 4). Собранный уловитель функционально включает два элемента: I – деталь уловителя с сетным полотном ромбовидной формы (с кромками 5, 6, 7, 8), предназначенная для перекрытия исследуемого ромбовидного участка сетного полотна трала; II – сетная часть мешка для сбора криля. Мешок для сбора криля в концевой части оснащается устройством для быстрого закрытия или открытия (гайтяном).

Для установки уловителя на выбранный участок сетной оболочки трала необходимо пришить кромки 5, 6, 7, 8 к соответствующим сторонам «ромба» на сетном полотне трала. При этом необходимо равномерно усаживать кромку уловителя при её посадке на трал, т. е. кромки 5, 6, 7, 8 должны быть на треть длиннее соответствующих им сторон «ромба» на сетном полотне трала.

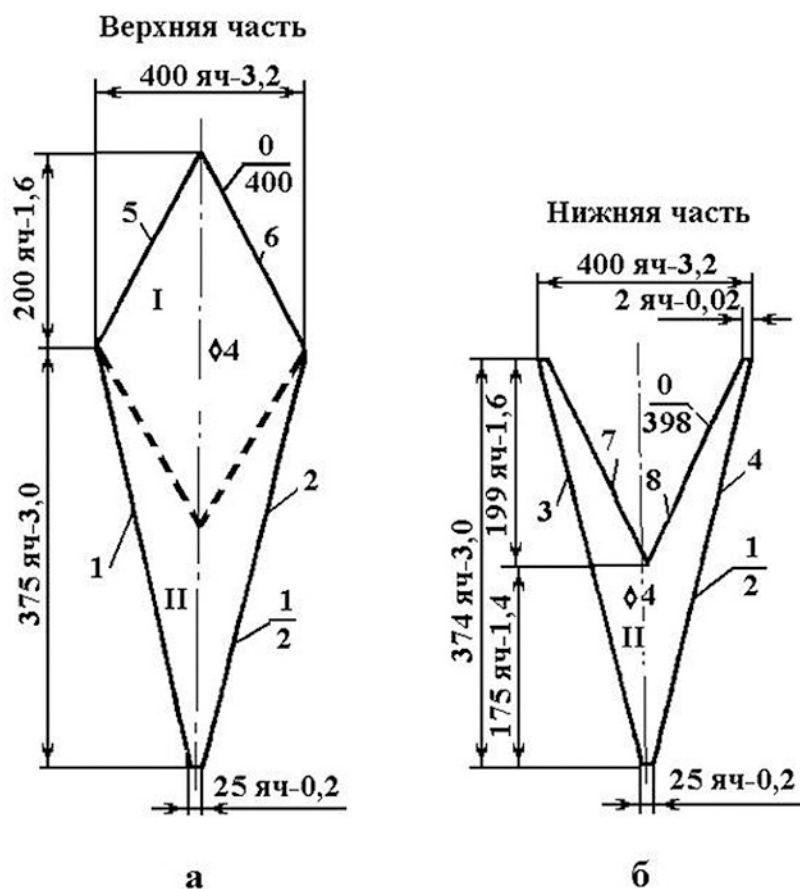


Рис. 4. Мелкоячеистый уловитель с ромбовидной формой ячеи: а – верхняя часть; б – нижняя часть

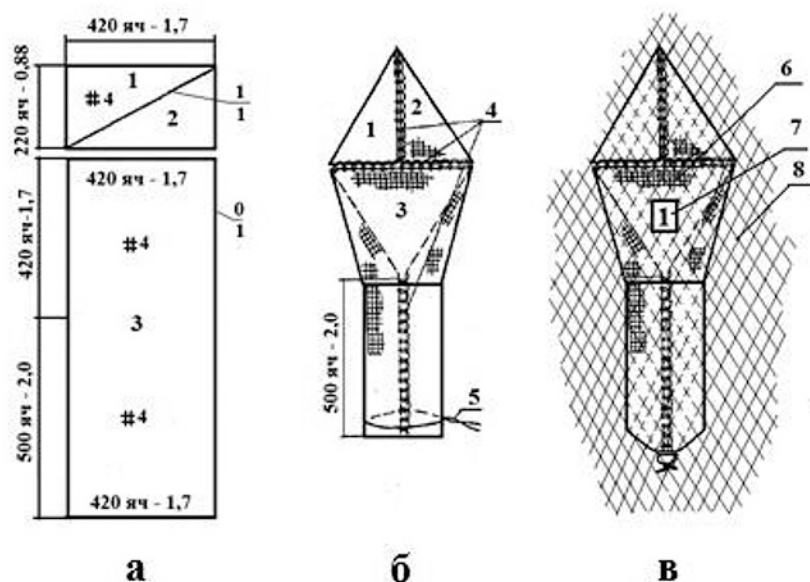


Рис. 5. Мелкоячейный уловитель с квадратной формой ячеи: а — схема раскроя (1, 2 — передняя часть уловителя; 3 — задняя часть уловителя с мешком для накопления криля); б — схема сборки (1, 2 — передняя часть уловителя; 3 — задняя часть уловителя с мешком для накопления криля; 4 — соединительные швы; 5 — гайтаны); в — схема установки уловителя на сетном полотне трала (6 — верхняя часть уловителя; 7 — порядковый номер уловителя; 8 — сетная плась трала)

Данная конструкция мелкоячейного уловителя использовалась для проведения экспериментальных работ по оценке отсева и травматической гибели криля при траловом промысле [Акишин, 1993] и обеспечивала удержание особей всех стадий зрелости.

Для уменьшения гидродинамического подпора перед уловителем можно использовать конструкцию с квадратной формой ячей (рис. 5), обеспечивающейся специальной («зеркальной») посадкой. Данная конструкция отличается простотой изготовления и удобством в работе.

1.2. Установка уловителей на выбранный участок орудия лова. Перед проведением экспериментальных работ определяются участки сет-

ной оболочки трала, на которых планируется установка мелкоячейных уловителей. Для этого выбирается сетная пластина верхней, боковой или нижней пласти трала с одинаковыми параметрами ячеи (материал, шаг, толщина нити). Уловитель устанавливается на ромбовидный участок в центральной части исследуемой сетной пластины. Для удобства обработки и систематизации проб отсеянного криля на верх каждого уловителя наносится индивидуальная маркировка.

Рекомендованные конструкции уловителей (рис. 4, 5) допускают их установку по всей длине сетной части трала и мешка на верхние и боковые пласти. Варианты возможного размещения уловителей на трале представлены на рис. 6.



Рис. 6. Схема размещения уловителей на трале

1.3. Отбор проб криля, прошедшего через сетное полотно трала, производится в ходе обычных промысловых тралений. При этом научными наблюдателями фиксируются все стандартные параметры траления в соответствии с системой научного наблюдения АНТКОМ, а после выборки трала берётся стандартная проба криля из тралового мешка для определения размерного состава улова и проведения биологического анализа [Макаров и др., 1972; Справочник научного ..., 2011].

Перед проведением траления заранее определяются участки сетного полотна с установленными на них мелкоячейными уловителями, с которых планируется отбор проб для проведения экспериментов по оценке травматической гибели криля. До постановки трала сетные мешки этих уловителей закрываются гайтяном. Полученные результаты в дальнейшем экстраполируются на всю сетную пластину с соответствующим шагом ячеи. Выход криля через траловый мешок учитывается в соответствии с обычными процедурами по определению селективности траловых мешков [Трещев, Ефанов, Степанов, Карпенко, Дудов, 1983].

Отбор проб осуществляется в ходе выборки трала в момент, когда мелкоячейный уловитель с крилем оказывается на промысловой палубе. Для этого выборка трала приостанавливается на время, необходимое для развязывания гайтяна и изъятия всего криля, удержанного уловителем. Проба криля (100–200 экз.), предназначенная для проведения экспериментальных работ по оценке травматической гибели, осторожно перемещается в переносной контейнер со свежей морской водой, а затем в стационарную ёмкость для длительного содержания. Остальной криль из уловителя перемещается в другой переносной контейнер (без воды) для дальнейшего измерения, взвешивания и, возможно, биологического анализа.

Если во время выборки мелкоячейный уловитель с крилем попал в жгут трала и подвергся механическому сдавливанию, отбор пробы из него не производится. Если мелкоячейный уловитель оказался полностью забит крилем, отбор пробы из него также не производится.

Оптимальная температура воздуха для операции по отбору пробы криля находится в интервале от 0 до +2 °С.

1.4. Отбор контрольных проб криля. Для повышения достоверности полученных данных ре-

комендуется сформировать контрольную группу особей, не прошедших в ходе траления через ячеи сетного полотна трала.

Многие гидробионты не переносят контакта с воздухом и получают чрезмерное стрессирование в процессе выборки трала. Особи криля в процессе выборки трала могут получить негативное воздействие в виде обморожения, перегрева, обсушки на ветру, а также механические повреждения в результате сдавливания. Естественно, такое негативное воздействие само по себе может привести к гибели значительного количества криля, оказавшегося в траловом мешке и мелкоячейных уловителях. В результате после проведения аквариальных экспериментов по содержанию криля, прошедшего через сетную оболочку трала, причина гибели рачков не будет выявлена однозначно, что внесёт неопределённость в полученные экспериментальные результаты.

Для получения материала для формирования контрольной группы необходимо организовать

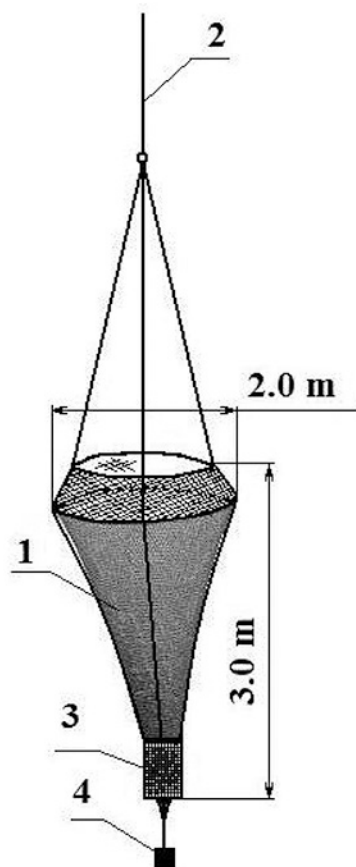


Рис. 7. Конусный подхват для облова контрольных групп криля: 1 — конусный подхват; 2 — шкентель грузовой лебедки; 3 — стакан для аккумуляции криля; 4 — груз для затопления конусного подхвата

вылов наиболее щадящим способом 200–300 особей криля. Наиболее подходящим для этой цели орудием лова является конусный подхват (рис. 7), оснащённый грузом и стаканом для аккумуляирования криля. В целях предохранения пойманного криля от повреждений при подъёме орудия лова стенки стакана изготавливаются из пластика или металла, а дно из мелкоячейной дели (≤ 4 мм) или газа. Максимальный диаметр конусного подхвата должен быть равен 2 м, размер ячеи сетного полотна тот же, как и у мелкоячейного уловителя, — 4 мм.

Лов криля для контрольной группы рекомендуется производить ночью, когда скопления криля поднимаются к поверхности и рассредоточиваются для питания в верхнем 10-метровом слое воды. В это время скопления криля малоподвижны, согласованность движений рачков и их реакция на опасность выражены слабее, что повышает вероятность их облова конусным подхватом.

Облов криля для получения контрольной пробы осуществляется в следующем порядке. При обнаружении гидроакустической аппаратурой или визуально достаточно плотных приповерхностных скоплений криля судно ложится в дрейф. С помощью грузовых стрел или крана за борт опускается конусный подхват.

После достижения орудием лова глубины несколько ниже слоя расположения криля (как правило, не более 20 м) наружное судовое освещение отключается до необходимого минимума, поскольку его белый цвет вызывает рассеивание криля [Михайловский, 1969]. Слабый свет привлекает криль независимо от спектрального состава [Семенов, 1969]. Надводный красный цвет вызывает положительную реакцию рачков, реакция на зелёный цвет отсутствует. Использование подводных источников света нецелесообразно, т. к. вызывает отрицательную реакцию рачков [Петушков, 1969].

После 30-минутной паузы, необходимой для достижения нормальной (естественной) концентрации криля вокруг судна производится подъем конусного подхвата из воды, а затем обработка его на палубе судна. При этом необходимо соблюдать все возможные меры по сохранению жизнеспособности улова.

Отбор пробы для формирования контрольной группы (100–200 экз.) осуществляется аналогично процедуре формирования обычных экспериментальных групп.

2. Аквариальные эксперименты по оценке травматической гибели криля

2.1. Условия содержания криля при проведении аквариальных экспериментов. Эксперименты по оценке травматической гибели криля, прошедшего через сетное полотно, проводятся при его содержании в условиях, близких к естественным условиям его обитания.

Термические условия обитания криля достаточно постоянны, хотя и меняются посезонно. В норме рачки обитают при достаточно низкой, характерной для Антарктики температуре — от минус 1,8 до плюс 2 °C, хотя на севере ареала обитания встречаются и при плюс 4–6 °C [Быкова, 2001].

Содержание кислорода в морской воде в Антарктике обычно составляет 7–8 мл/л. Предельно допустимая величина для поддержания нормальной жизнедеятельности криля составляет 5 мл/л [Акишин, 1993].

2.2. Конструкция ёмкостей для содержания криля. Для длительного содержания криля наиболее подходят непрозрачные ёмкости (контейнеры), изготовленные из пищевого пластика (рис. 8). В зависимости от термических условий помещения, предназначенного для проведения экспериментальных работ, для уменьшения скорости теплообмена с окружающей средой при необходимости применяются термоконтейнеры.

Использование прозрачных аквариумов традиционного типа нецелесообразно, т. к. это может привести к стрессированию особей.

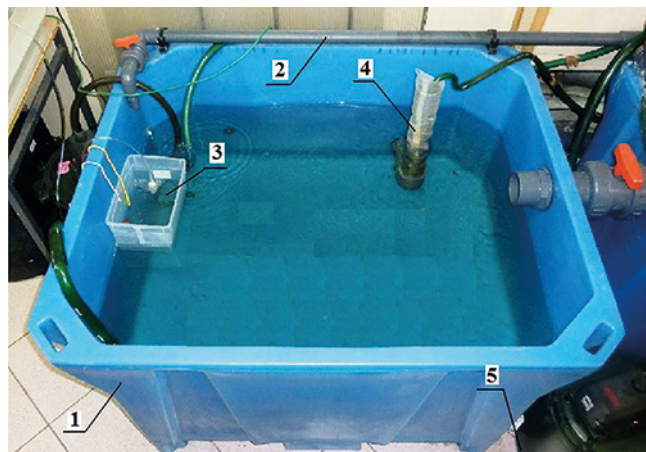


Рис. 8. Ёмкость для выдерживания криля, прошедшего сквозь ячею сетного полотна:

1 — пластиковый контейнер; 2 — трубопровод подачи заборной воды; 3 — блок аэрации воды; 4 — блок очистки воды; 5 — насос

Ёмкости целесообразно снабдить съёмными крышками для исключения вероятности выпрыгивания особей из воды или их выплёскивания под действием качки. Система слива воды из ёмкости должна обеспечивать поддержание рабочего уровня, а также возможность полного опорожнения с целью уборки.

Размещение открытых ёмкостей с водой на судне имеет свои особенности, поскольку в них может образовываться волна даже при небольшой качке. Для устранения этого явления возможны варианты изготовления ёмкостей с успокоителями (перегородками) либо возможен вариант установки ёмкостей на стабилизированных платформах.

2.3. Водоснабжение и водоотвод. Водоснабжение ёмкостей для содержания криля (экспериментальных ёмкостей) осуществляется заборной водой — таким методом удастся добиться качества воды, по своим физико-химическим характеристикам сходной с естественной средой обитания этого вида ракообразных. Температура и кислород, а также концентрация кормовых организмов при этом будут поддерживаться на оптимальном уровне, поскольку в поверхностном слое морской воды имеется достаточное количество объектов питания рачков.

Заборная вода, подаваемая через судовую систему, несёт в своей массе большое количество мелких пузырьков воздуха, которые впоследствии скапливаются под карапаксом рачков. Это вызывает интенсивную линьку криля, внешним проявлением которой на начальной стадии является чрезмерная подвижность особей, а в конечном итоге через несколько суток — летальный исход.

Для исключения этого явления необходимо предварительно пропускать заборную воду через дегазатор, т. е. ёмкость-успокоитель.

Скорость водообмена в ёмкости подбирается исходя из характеристик помещения, где они размещены. Оптимальным, скорее всего, можно считать часовой цикл водообмена. Слив воды осуществляется по уровню через сливное отверстие, снабжённое защитной сеткой.

Содержание растворённого кислорода и температуры воды в экспериментальной ёмкости для криля контролируется при помощи портативного термооксиметра (рис. 9).

2.4. Проведение аквариального эксперимента. Пробы криля из ловителей (по 100–200 экз.)



Рис. 9. Термооксиметр для контроля растворенного кислорода и температуры воды: 1 — прибор; 2 — уровень растворенного кислорода; 3 — температура воды; 4 — датчик

помещаются в экспериментальные ёмкости с морской водой и выдерживаются в течение заданного времени. Продолжительность аквариального эксперимента по содержанию одной пробы криля может составить от 24 часов до нескольких суток.

Объективным критерием гарантированного выживания в природной среде рачка, прошедшего через сетное полотно трала, следует считать его выживание после линьки. Поскольку криль растёт постоянно, линьки повторяются в течение всей жизни рачков. В среднем периодичность линек для криля составляет 13–30 суток. Эти интервалы меняются в зависимости от температуры (чем ниже температура, тем реже линьки), от сезона (летом, во время активного питания и роста, линьки чаще, чем зимой). Следует отметить, что с линькой постепенно восстанавливаются утраченные конечности [Быкова, 2001].

В ёмкостях с пробами необходимо регулярно (с интервалом в 6 часов) проводить мониторинг показателей температуры и растворённого в воде кислорода.

В ходе эксперимента постоянно проводятся наблюдения за поведением криля в экспериментальных ёмкостях (рис. 8), визуально оценивается соотношение активных, малоподвижных и погибших рачков. При помощи подводной видеокамеры (рис. 10) с высоким разрешением проводится видеорегистрация состояния отобранных проб криля и архивация данных для последующего анализа в береговых условиях.



Рис. 10. Подводная видеокамера для регистрации состояния криля при содержании в экспериментальной ёмкости

В конечном итоге криль разделяется на три группы: 1 – живой, перемещающийся в толще воды; 2 – агонизирующий, лежащий на дне идвигающий плеоподами; 3 – мёртвый, который удаляется из ёмкости в процессе проведения эксперимента. Проводится измерение, взвешивание и биологический анализ всех рачков.

При оценке результатов экспериментов выжившим считается только криль из первой группы. Криль из второй и третьей групп полагается не способным к дальнейшему существованию в природной среде.

В качестве показателя гибели криля в экспериментальной ёмкости принимается суммарная доля рачков второй и третьей групп, т. е. травматическая гибель криля в К-ом эксперименте рассчитывается по формуле:

$$P_K^{\text{exp}} = \frac{N_0 - N_L}{N_0} \times 100 = \frac{N_0 - N_L}{N_L + N_D} \times 100, \quad (1)$$

где P_K^{exp} – доля погибшего криля, прошедшего сквозь ячейку, в К-ом эксперименте, %; N_0 – количество рачков в пробе (группы 1–3); N_L – количество выживших рачков в пробе (группа 1); N_D – количество погибших рачков в пробе (группы 2, 3).

Для удобства сортировки криля можно использовать заполненные морской водой пластиковые ячейки-трансформеры (рис. 11). Затем криль промеряется и взвешивается. Если эксперимент по аквариальному содержанию криля прекращается до стадии линьки, целесообразно провести морфологический контроль целостности криля.



Рис. 11. Пластиковые ячейки-трансформеры для разделения отобранных проб криля

При наличии технических возможностей рекомендуется создавать для каждой новой экспериментальной группы (или групп) новую контрольную группу. Контрольные группы содержатся в идентичных с экспериментальными группами условиях, т. е. регулярно проводят осмотр особей, учитывают отход, а также осуществляют мониторинг физико-химических свойств воды. В контрольной группе также проводится измерение, взвешивание и биологический анализ всех рачков.

Доля погибшего криля в J-ой контрольной группе P_J^{con} определяется по формуле (2), аналогичной (1):

$$P_J^{\text{con}} = \frac{N_0 - N_L}{N_0} \times 100 = \frac{N_0 - N_L}{N_L + N_D} \times 100. \quad (2)$$

3. Оценка травматической гибели криля

Обработка результатов экспериментальных работ проводится стандартными статистическими методами.

Результаты по оценке травматической гибели криля, удержанного n-м уловителем, интерполируются на всю площадь сетной пластины трала S_n , на которой он установлен. Сравнение этих результатов с результатами соответствующей контрольной группы позволяет получить данные по собственно травматической гибели криля в результате прохождения через ячейку сетной оболочки трала. Поскольку гибель криля из контрольной группы связана исключительно с последствиями внешнего воздействия в процессе его изъятия из природной среды и содержания

в аквариальных условиях, полученные для неё величины следует исключить при оценке травматической гибели криля, прошедшего через соответствующую сетную пластину трала. Таким образом, травматическая гибель криля в K -ом эксперименте определяется по формуле:

$$P_K = P_K^{\text{exp}} - P_J^{\text{con}}, \quad (3)$$

где P_K — итоговая доля криля, погибшего в результате отсева через сетную пластину S_n , %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый методический подход применим для оценки травматической гибели криля, прошедшего в процессе траления через сетную оболочку трала, только при ведении промысла с подъёмом орудия лова с уловом на борт судна. Для аналогичной оценки травматической гибели криля при ведении промысла с использованием рыбонасоса необходимо разработать иные способы получения исходного материала для проведения экспериментов. Однако, учитывая тот факт, что конструкции тралов, используемых при этих вариантах ведения промысла, аналогичны или несущественно отличаются от первого, полученные результаты можно интерполировать и на них.

ЛИТЕРАТУРА

- Акишин В.В. 1993. Выживаемость криля, вышедшего из трала // Пелагические экосистемы Южного океана. М.: ИОАН. С. 190–195.
- Акишин В.В. 1998. К вопросу о взаимодействии криля с орудиями лова // Вопросы теории и практики промышленного рыболовства. Поведение гидробионтов в зоне действия орудий лова. М.: Изд-во ВНИРО. С. 42–53.
- Антарктический криль: Справочник. 2001 / Под ред. В.М. Быковой. М.: Изд-во ВНИРО. 213 с.
- Воронина Н.М. 1993. Исследования антарктической пелагиали: некоторые итоги и основные задачи // Пелагические экосистемы Южного океана. М.: Изд-во ИОАН. С. 260–265.
- Костюков В.М. 1985. Исследования гидродинамики моделей сетных частей тралов // Обоснования орудий промышленного рыболовства. Владивосток: ТИНРО. С. 69–75.
- Макаров Р.Р., Наумов А.Г., Шевцов В.В. 1972. Методика сбора и обработки материалов по биологии и распределению антарктического криля. М.: ВНИРО. 32 с.
- Мизюркин М.А., Костюков В.М. 1985. О гидродинамике трала // Рыбное хозяйство № 6. С. 66–67.
- Мизюркин М.А., Чернецов В.В. 1985. Исследование гидродинамического поля в моделях промысловых тралов // Обоснования орудий промышленного рыболовства. Владивосток: ТИНРО. С. 60–68.
- Михайловский Ю.А. 1969. Наблюдение за крилем в зоне искусственного освещения // Труды ВНИРО. Т. 66. С. 242–244.
- Норинов Е.Г., Ефанов С.Ф. 1993. Влияние формы ячеи на селективные свойства трала на примере антарктического криля // Пелагические экосистемы Южного океана. М.: ИОАН. С. 187–190.
- Петушков Г.Д. 1969. Поведение криля в световых и электрических полях // Труды ВНИРО, Т. 66. С. 239–241.
- Семенов В.Н. 1969. Аквариальные наблюдения за поведением антарктического криля // Труды ВНИРО. Т. 66. С. 235–239.
- Справочник научного наблюдателя. 2011. (Инструкции по проведению наблюдений и справочные материалы). Комиссия по сохранению морских живых ресурсов Антарктики. Система международного научного наблюдения. 66 с.
- Трещев А.И. 1974. Научные основы селективного рыболовства. М. Пищевая промышленность. 447 с.
- Трещев А.И. 1983. Интенсивность рыболовства. М.: Лёгкая и пищевая промышленность. 236 с.
- Трещев А.И., Ефанов С.Ф., Степанов Г.Н., Карпенко Э.А., Дудов В.И. 1983. Методические указания по сбору данных по селективности тралов и травматической гибели рыб, прошедших сквозь ячею кутка. М.: ВНИРО. 22 с.
- Akishin V.V., Istomin I.G., Tatarnikov V.A., Lebedev R.O., Petrov A.F. 2012 Method for collecting of data on traumatic death of krill passed through the trawl meshes. WG-EMM-12/43.CCAMLRL: Santa Cruz de Tenerife. 16 p.
- Korotkov V.K., Kasatkina S.M. 2010 Recommendations on estimating krill escape mortality during fishing operations: the problems and approaches. WG-EMM-10/18 10 July 2010. 15 p.

Поступила в редакцию 04.07.2019 г.
Принята после рецензии 02.03.2020 г.

The methodic approaches to the estimating traumatic depth of krill passed through the trawl meshes

V.V. Akishin,
I.G. Istomin,
V.A. Tatarnikov

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

Fishing for krill *Euphasia superba* has been conducting using midwater trawls of different constructions including beam-trawl for several last decades. Not all krill in harvesting zone of midwater trawl got to catch during trawling. Depending on stock structure, size and physiological state of krill individuals some part of them could pass through cover of net bag and escape of catch. In contact with threads of the net bag some of them may receive possibly lethal mechanical damage. Proposed method is applicable for rating of krill traumatic damage, received by it during trawling from cover of net bag, only for fishing with hauling of full net for catch extraction. The analogous rating for fishing with fishpump needs developing of special methods of source material obtaining to set experiments. But, taking into account the fact that trawl constructions used for these variants of fishing process are analogous or insignificantly different from the first, obtained results could be interpolated for them too. Picking of krill individuals, passed through meshes of net bag cover of fishing gear was carried out with specially made net bags-catchers (traps), set onto the cover of net bag of a studies trawl. While hauling, caught in these special bags krill is took out and then put into a special baths with sea water for conducting of aquarium studies to determine its survival.

Keywords: Antarctic krill *Euphasia superba*, midwater trawls, krill escape, small-mesh catcher, traumatic death, aquarium experiments.

REFERENCES

- Akishin V.V. 1993. Vyzhivaemost' krilya, vyshedshego iz trala [Survival of krill escaping a trawl] // Pelagicheskie ehkositemy Yuzhnogo okeana. M.: IOAN. S. 190–195.
- Akishin V.V. 1998. K voprosu o vzaimodejstvii krilya s orudiyami lova [On krill interaction with the fishing gears] // Voprosy teorii i praktiki promyshlennogo rybolovstva. Povedenie gidrobiontov v zone dejstviya orudij lova. M.: Izd-vo VNIRO. S. 42–53.
- Antarkticheskij kril': Spravochnik [Antarctic krill. Manual]. 2001. / Pod red. V.M. Bykovej. M.: Izd-vo VNIRO. 213 s.
- Voronina N.M. 1993. Issledovaniya antarkticheskoy pelagiali: nekotorye itogi i osnovnye zadachi [The Antarctic studies: some results and the main tasks] // Pelagicheskie ehkositemy Yuzhnogo okeana. M.: Izd-vo IOAN. S. 260–265.
- Kostyukov V.M. 1985. Issledovaniya gidrodinamiki modelej setnykh chastej tralov [Research of hydrodynamic of net-parts of trawls] // Obosnovanie orudij promyshlennogo rybolovstva. Vladivostok: Izd-vo TINRO. S. 60–68.
- Kostyukov V.M., Mizyurkin M.A. 1985. O gidrodinamike trala [Trawl hydrodynamic] // Rybnoe khozyajstvo № 6. S. 66–67.
- Makarov R.R., Naumov A.G., Shevtsov V.V. 1972. Metodika sbora i obrabotki materialov po biologii i raspredeleniyu antarkticheskogo krilya [Methods of collecting and processing of materials for biology and distribution of Antarctic krill]. M.: VNIRO. 32 s.
- Mizyurkin M.A., Chernetsov V.V. 1985. Issledovanie gidrodinamicheskogo polya v modelyakh promyslovyykh tralov [Investigations of hydrodynamic field in the models of fishing trawls] // Obosnovanie orudij promyshlennogo rybolovstva. Vladivostok: Izd-vo TINRO. S. 60–68.
- Mikhajlovskij Yu.A. 1969. Nablyudenie za krilem v zone iskusstvennogo osveshcheniya [Observations of krill in the artificial illumination] // Trudy VNIRO. T. 66. S. 242–244.
- Norinov E.G., Efanov S.F. 1993. Vliyanie formy yachei na selektivnye svojstva trala na primere antarkticheskogo krilya [Trawl's mesh form influence on its selective properties as exemplified by the Antarctic krill] // Pelagicheskie ehkositemy Yuzhnogo okeana. M.: IOAN. S. 187–190.
- Petushkov G.D. 1969. Povedenie krilya v svetovykh i ehlektricheskikh polyakh [Behaviour of krill in the light and electrical fields] // Trudy VNIRO. T. 66. S. 239–241.
- Semenov V.N. 1969. Akvarial'nye nablyudeniya za povedeniem antarkticheskogo krilya [Observations of krill behaviour in an aquarium] // Trudy VNIRO. T. 66. S. 235–239.
- Spravochnik nauchnogo nablyudatelya. 2011. (Instruksii po provedeniyu nablyudenij i spravochnye materialy).

- Komissiya po sokhraneniyu morskikh zhivyykh resursov Antarktiki [Scientific observers manual (Observation guidelines and reference materials) Scheme of international scientific observation.]. Sistema mezhdunarodnogo nauchnogo nablyudeniya – 66 s.
- Treshchev A.I.* 1974. Nauchnye osnovy selektivnogo rybolovstva [Scientific basis of fishery selectivity]. M. Pishchevaya promyshlennost'. 447 s.
- Treshchev A.I.* 1983. Intensivnost' rybolovstva [Intensity of fishery]. M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost'. 236 s.
- Treshchev A.I., Efanov S.F., Stepanov G.N., Karpenko E.A., Dudov V.I.* 1983. Metodicheskie ukazaniya po sboru dannykh po selektivnosti tralov i travmaticheskoy gibeli ryb, proshedshikh skvoz' yacheyu kutka [Manual for collecting of data on trawl selectivity and traumatic death of fishes passed through meshes of the cod]. M.: VNIRO. 22 s.
- Akishin V.V., Istomin I.G., Tatarnikov V.A., Lebedev R.O., Petrov A.F.* 2012. Method for collecting of data on traumatic death of krill passed through the trawl meshes. WG-EMM-12/43.CCAMLRL: Santa Cruz de Tenerife. 16 p.
- Korotkov V.K., Kasatkina S.M.* 2010. Recommendations on estimating krill escape mortality during fishing operations: the problems and approaches. WG-EMM-10/18 10 July 2010. 15 p.

FIGURE CAPTIONS

- Fig. 1.** Bataplan «Tethys» after the dive is raised on the deck of the vessel
- Fig. 2.** Small box catcher on the top of the trawl [Korotkov, Kasatkina, 2010]
- Fig. 3.** The shape of the small-cell trap during trawling [Korotkov, Kasatkina, 2010]
- Fig. 4.** Diamond catcher with diamond-shaped mesh: a – upper part, b – lower part
- Fig. 5.** Small cell catcher with a square mesh: a – cutting scheme (1,2 – front part of the catcher; 3 – back part of the catcher with a bag for krill accumulation); b – assembly scheme (1,2 – front part of the trap; 3 – back of the trap with a bag for krill accumulation; 4 – connecting seams; 5 – draw rope); c – installation scheme of the trap on the net of the trawl (6 – the upper part of the trap; 7 – serial number of the trap; 8 – net of the trawl)
- Fig. 6.** Layout of catchers on trawl
- Fig. 7.** Cone pickup for fishing control groups of krill: 1 – cone pickup; 2 – cargo winch pendant; 3 – cup for krill accumulation; 4 – load for flooding conical pickup
- Fig. 8.** Capacity for keeping krill passed through the mesh of the netting: 1 – plastic container; 2 – seawater supply pipeline; 3 – water aeration unit; 4 – water treatment unit; 5 – pump
- Fig. 9.** Thermo-oximeter to monitor dissolved oxygen and water temperature: 1 – device; 2 – the level of dissolved oxygen; 3 – water temperature; 4 – sensor
- Fig. 10.** Underwater video camera for recording the state of krill when kept in an experimental tank
- Fig. 11.** Plastic transformer cells for the separation of selected samples of krill