

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ПРИЛОВА МЕГАБЕНТОСНЫХ ОРГАНИЗМОВ В ДОННЫХ ТРАЛАХ И ОПЫТ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

© 2022 г. Д.В. Захаров¹, Н.А. Стрелкова², И.Е. Манушин²,
О.Л. Зимина³, К.С. Хачегурова^{2,4}, Д.Ю. Блинова^{2,4}, Л.Л. Йоргенсен^{5,6}

1 – Зоологический институт Российской академии
наук (ЗИН РАН), Санкт-Петербург, 199034

2 – Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), Мурманск, 183038

3 – Мурманский морской биологический институт РАН (ММБИ РАН),
Мурманск, 183010

4 – Мурманский государственный технический
университет (МГТУ), Мурманск, 183010

5 – Институт морских исследований, Берген, Норвегия, 5817

6 – Центр исследований климата и окружающей среды высоких широт, Тромсё,
Норвегия, 9007
E.mail: zakharden@yandex.ru

Поступила в редакцию 04.02.2022 г.

На основе многолетнего опыта мониторинга донных сообществ в Северной Атлантике и Арктике представлены методические рекомендации по обработке траловых приловов мегабентоса. Данные методические рекомендации призваны обеспечить получение качественных, достоверных и полных данных о состоянии сообществ мегабентоса для сохранения и охраны среды обитания гидробионтов. Методические рекомендации описывают процедуры, позволяющие оптимизировать процесс обработки приловов в условиях научного или промыслового судна. Обсуждаются результаты применения данной методики в отечественных и зарубежных исследованиях.

Ключевые слова: донные траления, мегабентос, методика учёта, Баренцево море.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование мегабентоса в прило-
вах донных ихтиологических тралов –
достаточно новое, но активно развива-
ющееся направление морской гидроби-
ологии (Шунтов, Волвенко, 2015; 2016а;
2016б; Волвенко, 2014, 2019; Стрелкова и
др., 2021). Под мегабентосом понимается
совокупность донных беспозвоночных,
эффективно улавливаемых донными их-

тиологическими тралами в силу своих
относительно крупных размеров (Заха-
ров и др., 2021). Особую важность при
проведении таких исследований имеют
методические аспекты, обеспечивающие
получение качественных, достоверных
и максимально полных первичных дан-
ных.

Методы целевого исследования дон-
ной фауны с использованием традици-

онных специализированных гидробиологических тралящих орудий лова, таких как трал Сигсби, Агассис-трал, бим-трал, драги различных конструкций – хорошо разработаны и детально описаны в гидробиологической литературе (Жирков, 2010). Имеются так же и детальные методические руководства по проведению специализированных учётных съёмок промысловых видов беспозвоночных и методов проведения их биологического анализа (Изучение экосистем..., 2004; Изучение экосистем..., 2005). Вместе с тем, нецелевой прилов непромысловых донных организмов является постоянным компонентом траловых уловов при проведении традиционных ресурсных съёмок промысловых видов рыб и беспозвоночных. Долгое время эта составляющая регистрировалась в протоколах обработки уловов одним веским термином «прочий бентос», и зачастую количественно оценивалась «на глаз» или в категориях «много-мало». Вместе с тем, прилов «прочего бентоса» содержит ценную информацию о той части донных сообществ, которая практически не доступна для исследования традиционными количественными гидробиологическими методами, такими как дночерпательные съёмки.

Спецификой рыбохозяйственных исследований по сравнению с традиционными гидробиологическими съёмками является равномерный охват обширных акваторий, регулярность проведения и стандартизация способа получения учётного материала. В полной мере этими достоинствами обладают результаты оценки и нецелевой части уловов. Однако, обработка получаемых таким нетрадиционным методом бентосных материалов обладает и определенной спецификой, связанной с особенностями проведения ресурсных съёмок. Как правило, это необходимость полной

обработки материала на борту судна в ограниченный промежуток времени между тралениями. Именно специфике обработки материала на первом и самом важном этапе получения информации о мегабентосной составляющей донных сообществ посвящена данная работа. В ней детально рассматриваются методические аспекты работы с нецелевым приловом бентосных беспозвоночных при проведении традиционных ресурсных траловых съёмок промысловых видов рыб. Представленные рекомендации могут быть использованы как квалифицированными специалистами-бентологами при проведении научно-исследовательских рейсов, так и научными наблюдателями при выполнении работ на промысловых судах.

Рекомендации базируются на опыте, накопленном сотрудниками Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО», Мурманского морского биологического института РАН, Зоологического института РАН, Гренландского института природных ресурсов, Института морских и пресноводных исследований (Исландия) и Института морских исследований (Норвегия) в ходе участия в научных отечественных и международных комплексных съёмках по оценке запасов гидробионтов. В предложенных рекомендациях также учтён опыт работы наблюдателей на промысловых судах, что позволяет максимально оптимизировать процесс обработки приловов в условиях промысла.

Одной из причин разработки методов анализа и описания траловых приловов беспозвоночных в судовых условиях является наблюдаемое в последние годы усиление надзора в сфере природоохранного законодательства, связанное с охраной так называемых «Уязвимых Морских Экосистем» (УМЭ) – биотопов и сообществ бентосных организмов, уязвимых

к воздействию донных тралений (NEAFC Regulatory Areas ..., 2014; Jørgensen et al., 2016, 2022; NAFO, 2021). Ужесточение мер по регулированию промысла привело к закрытию для донных промысловых операций ряда акваторий, где регулярно наблюдается сверхнормативный прилов индикаторных видов УМЭ.

Из-за актуализации темы «голубой» экономики, многие рыбодобывающие компании, заинтересованные в экологической сертификации своих промыслов, были вынуждены начать работы по оценке приловов мегабентоса и мониторингу воздействия промысла на донные экосистемы.

Немаловажным является то, что изучение донного населения в судовых условиях значительно менее затратно (как по времени, так и по стоимости), по сравнению с традиционными гидробиологическими методами исследований. Результаты траловых съёмок позволяют оценивать состояние донного населения, картировать сообщества мегабентоса, выявлять опасные и нежелательные для траловых операций районы (ICES WGDEC, 2021). Кроме того, развитие методов учёта мегабентоса с помощью тралов и драг позволяет получать более объективную картину структуры донных сообществ (Zakharov et al., 2020; Захаров и др., 2021).

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Донные траления на промысловых судах и в научно-исследовательских ресурсных съёмках, как правило, различаются по продолжительности и техническим характеристикам используемых орудий лова. Продолжительность промысловых тралений может составлять часы, в то время как стандартное учётное траление при проведении научной съёмки обычно не превышает 30 мин. Минимальный размер ячеи донных

промысловых тралов, как правило не менее 40 мм (за исключением специализированных промыслов), в то время как ячея тралов, используемых для научных целей, обычно не превышает 10–20 мм. В соответствии с этим, значительно различается и характер прилова беспозвоночных, получаемого при промысловых и научно-исследовательских тралениях. Количество прилавливаемых беспозвоночных и их разнообразие при проведении научных ресурсных съёмок на порядок выше, чем при промысловых тралениях (особенно проводимых по стандартным маршрутам в пределах традиционных промысловых районов).

Таким образом, работа с приловом беспозвоночных на промысловых судах и в ходе проведения научно-исследовательских съёмок может несколько различаться, хотя и имеет единую методическую основу. Отличие заключается лишь в детализации собираемой информации.

Организация работы и необходимое оборудование на промысловом судне.

Практика присутствия научного сотрудника (наблюдателя) на промысловом судне для контроля за промыслом и проведения научно-исследовательских работ широко распространена, а наличие квалифицированного наблюдателя на промысловом судне позволяет более полно и всесторонне подойти к оценке биомассы прилова мегабентоса и его видового состава.

В начале рейса наблюдателю рекомендуется обсудить с экипажем судна процесс работы с нецелевым приловом беспозвоночных. Следует оценить возможность помощи со стороны экипажа в сборе животных на палубе или фабрике при обработке улова. При наличии только одного наблюдателя на борту, следует обговорить с экипажем судна возмож-

ность сбора и сохранения прилова в период его отсутствия на вахте.

Для работ по регистрации прилова мегабентоса наблюдатель должен иметь: фотоаппарат, электронный безмен или весы морского исполнения, электронный штангенциркуль, бланки протоколов обработки бентосных уловов, диктофон (желательно), палубный определитель массовых видов мегабентоса (обязательно), дополнительную определительную литературу (желательно), ноутбук для занесения полученной информации в базу данных.

Организация работы и необходимое оборудование на научном судне.

Изучение прилова беспозвоночных при проведении научных траловых съёмов позволяет детально оценивать состояние донного населения на обширных акваториях. Такие исследования требуют наличия стандартной сетки станций и орудия лова, а также присутствия квалифицированных специалистов-бентологов на борту судна.

Как правило, работы выполняются на борту научно-исследовательских судов (НИС), имеющих специализированные лабораторные помещения. Для полноценного проведения бентосных исследований судовая лаборатория должна быть оснащена следующим оборудованием: весы электронные морского исполнения с пределом взвешивания до 30 кг и до 1 кг с точностью взвешивания до 0,1 г, микроскоп бинокулярный стереоскопический, фотоаппарат с макрообъективом, электронный штангенциркуль, персональный компьютер с базой данных и выходом в сеть Интернет, различные ёмкости для сортировки и взвешивания улова, специализированный набор литературы (в случае работы в Баренцевом море – по списку, указанному в конце данной работы).

В случае установленной 12-ти часовой вахты на НИС должны присутствовать как минимум два специалиста-бентолога.

Особенностью проведения научных съёмов, по сравнению с промыслом, является максимальный охват исследуемой акватории, использование тралов с мелкочаеистой вставкой в кутовой части мешка и значительно меньшая продолжительность тралений. Такая специфика проведения съёмов позволяет за короткое время провести детальное обследование значительных акваторий.

Обработка прилова на промысловых судах и в ходе проведения научно-исследовательских съёмов

Необходимым условием проведения работ является сохранение информации на бумажном носителе, для чего для каждой траловой операции заполняется отдельный протокол (форма учёта прилова).

В начале каждого траления и после его завершения в стандартный бланк обработки прилова должна быть занесена следующая информация:

- название судна и номер рейса;
- порядковый номер траления (станции);
- название локального или промыслового района;
- дата траления;
- время постановки трала на стопор и время снятия со стопора;
- координаты (широта и долгота с точностью, регистрируемой судовыми навигационными приборами) постановки трала на стопор и снятия со стопора;
- глубина в начале и конце траления (метры);
- скорость траления (узлы);
- продолжительность траления (часы, минуты);

- придонная температура (°C), солёность (PSI), характер грунта (если такая информация имеется);

- вид орудия лова (тип или чертеж трала, размер ячеи);

- любые другие полезные примечания.

После поднятия трала на борт и выгрузки улова в бункер часть животных может оставаться на палубе, в ячейках тралового мешка и в рокхопере. Рекомендуется осмотреть палубу, объёмы и рокхопер трала на предмет застрявших в них животных, извлечь их и присоединить к оцениваемому прилову.

Приловы могут значительно различаться по объёму и соотношению компонентов. Они могут быть неоднородными с преобладанием крупных организмов (губки, кораллы и т.п.) и небольшим количеством относительно мелких (рис. 1, 2), неоднородными с большим количеством мелких однотипных организмов (морские звёзды, креветки, асцидии и т.п.) и небольшим количеством крупных, или относительно однородными (рис. 3). Методика обработки разных типов приловов несколько отличается.

Если прилов значительный по объёму (как правило, это прилов крупных губок) его обработка может быть начата на палубе, до отгрузки в бункер (рис. 1, рис. 2). В этом случае, численность и биомасса крупных и наиболее многочисленных организмов оценивается любым, доступным на палубе способом: полным взвешиванием при наличии весов, визуально при их отсутствии или объёмно-весовым методом. При объёмно-весовом способе приблизительно оценивается масса/количество животных, целиком заполняющих любую стандартную ёмкость (ведро, корзина, ящик) и подсчитывается количество ёмкостей, в которое помещается вся оцениваемая часть улова. Полученная информация

вносится в протокол обработки прилова (как стопроцентная выборка из всего тралового улова); обработанная таким способом часть улова выбрасывается за борт; оставшийся улов поступает в бункер. Важно определить таксономическую принадлежность организмов, обработанных на палубе. Если на палубе это невозможно, необходимо сохранить несколько экземпляров для последующего определения в судовой лаборатории. В случае если учитываемая на палубе часть улова содержит несколько видов и их невозможно разделить, следует визуально определить их соотношение для последующего пересчёта в обработанной на палубе части улова.

Из бункера улов поступает на транспортёр или сортировочный стол, где рыба отделяется от бентоса. В ходе сортировки рыбной и бентосной составляющих улова, отдельно откладываются редкие и крупные представители донной фауны, такие как крабы, крупные голотурии, офиуры горгоноцефалюсы, морские ежи, звёзды и лилии, брюхоногие моллюски, крупные актинии, осьминоги, каракатицы и кальмары, морские перья. Отобранные при сортировке рыбы крупные беспозвоночные регистрируются как отобранные из всего улова.

Пустые раковины двустворчатых и брюхоногих моллюсков не учитываются. Раки-отшельники взвешиваются без раковин. Прикреплённые организмы перед взвешиванием должны быть отделены от твердого субстрата. Обработку морских перьев, мягких кораллов и головоногих моллюсков рекомендуется проводить в первую очередь. Эти нежные организмы подвержены быстрому разложению при нахождении на воздухе или в тепле лаборатории, что делает их идентификацию затруднительной или вовсе невозможной.



Рис. 1. Большой прилов губок (рода *Geodia*) на палубе научно-исследовательского судна.



Рис. 2. Прилов крупных представителей мегабентоса (а – различные виды губок; б – губки рода *Geodia*; в – морские звезды *Asterias rubens*).



Рис. 3. Прилов мегабентоса с единичными крупными объектами и массой мелких организмов (а) и относительно однородный прилов мелких мегабентосных организмов (б).

Отложенные крупные и редкие животные определяются, взвешиваются, просчитываются и регистрируются в протоколе как стопроцентная выборка из всего улова. Если оставшийся улов не превышает нескольких килограммов, рекомендуется обработать его полностью, рассортировав животных по группам, таксонам и видам (рис. 4). Следует фотографировать весь прилов, отдельные таксономические группы и сложные для определения виды. Полученные файлы необходимо сохранять на жестком диске компьютера под именем, включающем дату и номер траления (например, «141_tr_11apr2017.jpg»). Для каждого вида или таксономической группы определяются количество экземпляров и суммарная масса (желательно с точностью до 0,1 г). Полученная информация заносится в бумажный протокол (форма учёта прилова), а затем – в электронную базу данных.

Все промысловые виды (например, краб-стригун опилио, краб камчатский, креветка северная, гребешок исландский) регистрируются в протоколе обработки прилова на общих основаниях, а затем обрабатываются по стандартной методике, принятой для биологического анализа промысловых объектов с запол-

нением соответствующего протокола (Изучение экосистем..., 2005).

В случае если улов велик и не может быть полностью обработан до начала следующей станции и состоит из относительно однородных по размеру животных, рекомендуется выполнить анализ улова выборочным методом в следующей последовательности:

- выбрать всех крупных и единичных животных из всего поступившего на обработку улова; разделить их на группы по видам (таксонам), сфотографировать, взвесить и подсчитать количество особей каждого таксона, указать в форме учёта прилова, что они выбраны из всего улова («стопроцентно проанализированная часть улова»);

- взвесить оставшуюся часть улова (без крупных отобранных животных), состоящую из мелких и равномерно перемешанных организмов; полученную цифру занести в форму учёта прилова;

- в отдельную ёмкость отобрать часть улова (не менее нескольких кг) для последующей обработки; взвесить выборку; полученную цифру занести в форму учёта прилова;

- разделить общую массу улова (без «стопроцентно проанализированной части улова») на массу выборки; полу-



Рис. 4. Улов донных беспозвоночных, разделённый на основные таксономические группы.

ченный коэффициент пересчета массы и численности организмов в выборке на весь улов, указать в форме учёта;

- обработать выборку: рассортировать и идентифицировать виды (таксоны), сфотографировать, определить их численность и массу;

- отметить в бумажном протоколе обработки сложные для определения виды, сфотографировать их, при возможности зафиксировать (формалином/спиртом) для дальнейшей передачи специалисту по данной группе животных;

- после полной обработки прилова и заполнения бумажного протокола, занести полученную информацию в электронную базу данных:

При занесении информации в базу данных каждая запись (вид/таксон – количество экземпляров – масса) должен сопровождаться указанием коэффициента пересчета («1» для стопроцентной выборки и выборочный коэффициент, полученный в соответствии с п. 4, при обработке части улова). Если вид зарегистрирован в выборке из всего трала (см. п. 1) и из его части (см. п. 3), информацию нужно вносить в базу данных не суммируя, отдельными записями.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты учёта мегабентоса, с использованием описанной методики (и её сходных модификаций), уже находят применение при оценке и мониторинге состояния донных сообществ в современный период климатических изменений и антропогенного воздействия: это использование результатов 18-летнего мониторинга мегабентоса в рамках проведения совместной Российско-Норвежской экосистемной съёмки Баренцева моря (Jørgensen et al., 2015, 2016, 2022; Degen et al., 2016; Golikov et al., 2018, 2019a, 2019b, 2020; Johannesen 2017; Zakharov et al., 2020; Захаров и др.

2021; ICES WGDEC, 2021, ICES WGIBAR, 2021).

Аналогичные исследования проводятся в водах Гренландии (ICES WGIEAGS, 2020, Blicher, Abroe, 2021), Исландии (Buhl-Mortensen, 2019), Канады (Roy, 2015) и США (Roy, 2018). Первый опыт сравнительного анализа результатов изучения «тралового бентоса» в рамках национальных программ этих стран позволил в масштабах всего арктического региона оценить такие параметры донного населения как обилие, разнообразие, уязвимость к физическим нарушениям, чувствительность к глобальным процессам потепления и acidification вод Мирового Океана (CBMP-Marine Benthos..., 2013; Jørgensen et al., 2018; 2019; The Second World ..., 2021; Jørgensen et al., 2022).

Одним из наиболее важных (и в тоже время – самых сложных) элементов изучения мегабентоса в полевых условиях является таксономическая обработка материала, от качества которой зависит полнота и достоверность получаемой информации. В совместной Российско-Норвежской экосистемной съёмке Баренцева моря единая методика обработки мегабентоса в траловых уловах сформировалась приблизительно к 2009 г., и далее качество идентификации бентосных материалов постоянно повышалось. Несмотря на некоторую тенденцию к снижению количества бентосных станций, выполняемых в ходе проведения экосистемной съёмки, количество регистрируемых видов за период с 2005 по 2021 г. увеличилось приблизительно вдвое (таблица, рис. 5). Немаловажным фактором повышения качества получаемого материала стал выпуск специализированных информационно-определятельных изданий «Палубный определитель основных групп мегабентоса Баренцева моря» (Захаров

и др., 2017) и «Атлас мегабентосных организмов Баренцева моря и сопредельных акваторий» (Атлас..., 2018), разработанных сотрудниками ПИПРО в соавторстве со специалистами из других организаций. Данные издания содержат не только богатый иллюстративный материал и определительные таблицы, но и большой объём информации о распространении, биологии и экологии массовых видов мегабентосных организмов, населяющих Баренцево море. Анализ результатов 18-летнего непрерывного ряда наблюдений позволил сделать ряд выводов относительно состояния и динамики донного населения Баренцева моря в условиях современной климатической обстановки и уровня антропогенного воздействия (ICES WGIBAR, 2021).

Разработка и стандартизация методов обработки мегабентоса в судовых условиях позволила начать сбор информации о приловах бентосных организмов на рыбном промысле силами научных наблюдателей. До 2017 г. данные, поступающие с промысла, носили фрагментарный, описательный характер и для дальнейшего аналитического использования были практически непригодны. С появлением методических материалов, ориентированных на работу в море, качество информации, поступающей с промысловых судов от научных наблюдателей, значительно повысилось (таблица).

Учитывая специфику обработки материала в море (лимит времени между станциями, ограниченные возможности использования микроскопической техники, дефицит опытных специалистов бентологов и др.), сотрудники лаборатории гидробиологии Полярного филиала ВНИРО продолжают работу по совершенствованию регионального полевого определителя мегабентосных организ-

мов, ориентированного для специализированного использования в совместных Российско-Норвежских экосистемных съёмках Баренцева моря. Задача данного определителя – максимально облегчить в судовых условиях процесс определения материала до видового, или практически возможного уровня, без потери качества его таксономической обработки. Помимо фотографий массовых и обычных видов, определитель содержит краткие таксономические ключи и определительные таблицы, помогающие быстро и надёжно идентифицировать виды в полевых условиях. Актуальность этих работ подтверждается тем, что подобные региональные определители разрабатываются практически во всех странах Арктического региона, практикующих съёмки «тралового» мегабентоса на базе национальных ресурсных исследований (Blicher, Abroe, 2021; Nozères, Archambault, 2014; Nozères et al., 2019; 2020; Ólafsdóttir et al., 2021 и др.).

Одним из наиболее перспективных направлений применения данных о прилове мегабентоса является комбинирование их с данными дночерпателей и драг, для комплексной оценки всех размерных групп донного населения. В литературе неоднократно отмечалось, что дночерпатели плохо облавливают крупноразмерные группы животных с низкой плотностью поселения. Для более полного описания фаунистического состава сообществ было предложено дополнять дночерпательные исследования драгировками. Однако, сравнение сборов разными орудиями лова показало, что использование наиболее популярного в гидробиологических исследованиях трала Сигсби увеличивает охват видового богатства лишь на 5%, применение же ихтиологического трала позволяет пополнить видовой список еще на

Таблица. Результаты анализа мегафауны Баренцева моря по данным совместной Норвежско-Российской экосистемной съёмки (2005–2021 гг.) и научных наблюдателей ПИНРО при осуществлении донного промысла (2017–2021 гг.)

| Год | Экосистемные съёмки | | | | | Научные наблюдатели | | | |
|------|---------------------|-------|----------|---|--|---------------------|-------|----------|--|
| | Количество | | | Средняя плотность поселений, экз./мор. миля | Средняя биомасса прилова, кг/мор. миля | Количество | | | Средняя биомасса прилова, кг/ траление |
| | Станций | Видов | Таксонов | | | Станций | Видов | Таксонов | |
| 2005 | 224 | 142 | 218 | 522,5 | 12,7 | - | - | - | - |
| 2006 | 637 | 261 | 388 | 1576,0 | 42,1 | - | - | - | - |
| 2007 | 551 | 222 | 351 | 1240,2 | 44,6 | - | - | - | - |
| 2008 | 431 | 157 | 244 | 2183,7 | 35,7 | - | - | - | - |
| 2009 | 378 | 283 | 391 | 2056,4 | 42,2 | - | - | - | - |
| 2010 | 319 | 273 | 360 | 900,0 | 27,3 | - | - | - | - |
| 2011 | 391 | 282 | 442 | 3411,4 | 34,3 | - | - | - | - |
| 2012 | 443 | 354 | 513 | 9832,1 | 125,5 | - | - | - | - |
| 2013 | 487 | 362 | 538 | 3885,0 | 71,7 | - | - | - | - |
| 2014 | 165 | 220 | 333 | 2806,7 | 36,7 | - | - | - | - |
| 2015 | 334 | 398 | 599 | 1815,1 | 19,9 | - | - | - | - |
| 2016 | 317 | 266 | 423 | 4230,1 | 36,3 | - | - | - | - |
| 2017 | 339 | 319 | 500 | 3769,4 | 58,6 | 440 | 11 | 27 | 250,8 |
| 2018 | 217 | 404 | 574 | 4887,8 | 89,2 | 343 | 12 | 31 | 5428 |
| 2019 | 305 | 427 | 621 | 4239,0 | 62,5 | - | - | - | - |
| 2020 | 429 | 401 | 611 | 1719,1 | 30,4 | 194 | 25 | 39 | 283 |
| 2021 | 254 | 384 | 572 | 1076,6 | 50,6 | - | - | - | - |

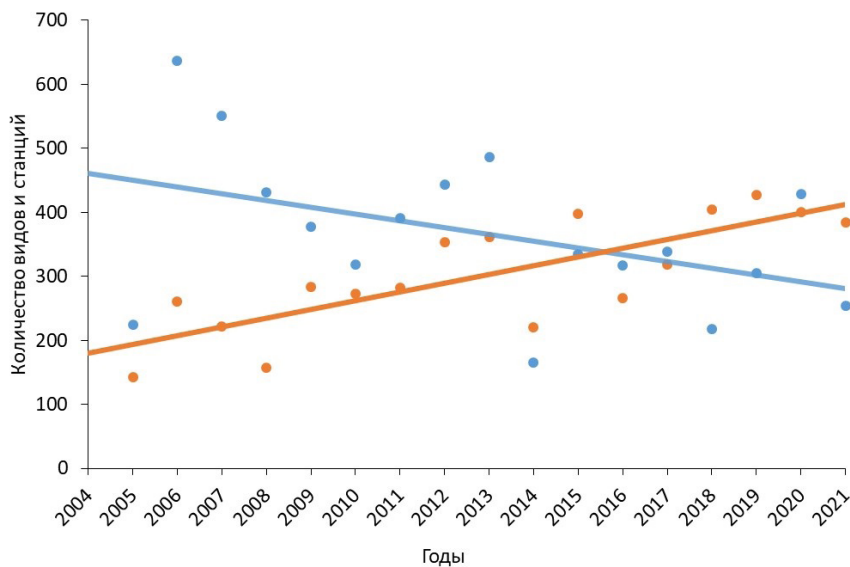


Рис. 5. Количество выполненных станций (голубой цвет) и видов мегазообентоса (оранжевый цвет), зарегистрированных в ходе проведения совместной Российской-Норвежской экосистемной съёмки Баренцева моря, и их динамика в период с 2005 по 2021 г.

10%. Таким образом, для получения наиболее полной картины распределения и разнообразия зообентоса, предпочтительно комбинировать данные не только дночерпателей и драг, но и дополнять их сборами из ихтиологических тралов (Захаров и др., 2021).

Успех использования траловых сборов в комплексном исследовании донных сообществ будет во многом зависеть от постоянства методик сбора материала, постоянства оснастки и конфигурации орудия сбора, жесткого соблюдения процедуры проведения тралений (скорость, количество вытравленного ваера и т.д.). Наличие на траловых орудиях лова датчиков касания грунта, наклона, глубины, температуры и видеофиксации позволит получить материал высокого качества, с возможностью его дальнейшего пересчёта на стандартную площадь и комбинирования с данными дночерпательных сборов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны старшему научному сотруднику Гренландского института природных ресурсов (GINR) Мартину Блишеру (Martin E. Blicher) и научному сотруднику Исландского института морских и пресноводных исследований Штайне Олафсдоттир (Steinunn H. Ólafsdóttir) за апробацию и помощь в разработке вышеперечисленных методических рекомендаций в научно-исследовательских рейсах их институтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас мегабентосных организмов Баренцева моря и сопредельных акваторий. Мурманск: Изд. ПИНРО, 2018. 534 с.

Волвенко И.В. Сравнение дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана по интегральным характеристикам траловой макрофауны пелагиали и дна // Из-

вестия ТИНРО. 2014. Т. 178. №3. С. 58–67. DOI: 10.26428/1606-9919-2014-178-58-67.

Волвенко И.В. Адаптивная зона, петерсеновские сообщества, ареал и экологическая ниша. Сообщение 2. прикладное значение новой концепции на примере фауны дальневосточных морей и северной Пацифики // Известия ТИНРО. 2019. Т. 196. № 1. С. 219–266. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-219-266.

Жирков И.А. (при участии Азовского А.И., Максимовой О.В.) Жизнь на дне. Биогеография и био-экология бентоса // М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. 453 с.

Захаров Д.В., Стрелкова Н.А., Манушин И.Е., Зимина О.Л., Голиков А.В. Палубный определитель основных групп мегабентоса Баренцева моря. Всемирный фонд дикой природы (WWF), Мурманск, 2017. 44 с.

Захаров Д.В., Манушин И.Е., Стрелкова Н.А. Сравнительный анализ бентосных материалов, собранных разными орудиями лова в восточной части Баренцева моря. Чтения памяти К.М. Дерюгина, 2021. С. 52–68.

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского севера и Северной Атлантики. М.: Изд-во. ВНИРО, 2004. 300 с.

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 3. Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 135 с.

Стрелкова Н.А., Захаров Д.В., Манушин И.Е. Бентосные исследования // ПИНРО. Путь к столетию. Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ПИНРО им. Н.М. Книповича). Мурманск, 2021. С. 237–247.

Шунтов В.П., Волвенко И.В. Генерализованные оценки состава, количественного распределения и биомассы макрофауны бентали на шельфе и свале глубин северо-западной Пацифики // Известия ТИНРО. 2015. Т. 182. № 3. С: 3–22. DOI: 10.26428/1606-9919-2015-182-3-22.

Шунтов В.П., Волвенко И.В. Сравнительный анализ обилия макрофауны пелагиали и бентали в дальневосточных морях и сопредельных водах Тихого океана // Вопр. рыболовства, 2016а. Т. 17. № 2. С. 133–147.

Шунтов В.П., Волвенко И.В. Дополнения к генерализованным количественным оценкам макрофауны бентали в дальневосточных морях и сопредельных водах Тихого океана. Сообщение 2. Региональные и батиметрические особенности распределения биомассы и плотности концентраций рыб и некоторых групп беспозвоночных // Известия ТИНРО. 2016б. Т. 186. № 3. С. 32–60. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-186-32-60.

Blicher M.E., Arboe N.H. Atlas of Vulnerable Marine Ecosystem (VME) indicators observed on Bottom Trawl Surveys in Greenland waters during 2015–2019 // Greenland Institute of Natural Resources. Greenland, 2021. Technical Report. № 113. 29 p.

Buhl-Mortensen L., Burgos J.M., Steingrund P., et al. Vulnerable marine ecosystems (VMEs): Coral and sponge VMEs in Arctic and sub-Arctic waters-Distribution and threats // Nordic Council of Ministers. 2019. V. 519. 146 p.

CBMP-Marine Benthos Expert Network The Atlantic Gateway: proposal of a standardized long-term monitoring of benthos. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri, Iceland. 2013. 9 p.

Degen R., Pehlke H., Brey T., et al. Patterns and drivers of megabenthic secondary production on the Barents Sea shelf // Marine Ecology - Progress Series. 2016. V. 546. P. 1–16. DOI: 10.3354/meps11662.

Golikov A.V., Ceia F.R., Sabirov R.M., et al. Ontogenetic changes in stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) values in squid *Gonatus fabricii*

(Cephalopoda) reveal its important ecological role in the Arctic // Marine Ecology – Progress Series. 2018. V. 606. P. 65–78. DOI: 10.3354/meps12767.

Golikov A.V., Blicher M.E., Jørgensen L.L., et al. Reproductive biology and ecology of the boreoatlantic armhook squid *Gonatus fabricii* (Cephalopoda: Gonatidae) // J. Molluscan Studies. 2019a. V. 85. № 3. P. 287–299. DOI: 10.1093/mollus/eyz023.

Golikov A.V., Sabirov R.M., Belyaev A.N., et al. Food spectrum and trophic position of an Arctic cephalopod, *Rossia palpebrosa* (Sepiolida), inferred by stomach contents and stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) analyses // Marine Ecology – Progress Series. 2019b. V. 632. P. 131–144. DOI: 10.3354/meps13152.

Golikov A.V., Sabirov R.M., Ceia F.R., et al. Diet and life history reduce interspecific and intraspecific competition among three sympatric Arctic cephalopods // Scientific Reports. 2020. V. 10. № 1. P. 21506. DOI: 10.1038/s41598-020-78645-z.

ICES WGIEAGS 2020. Working Group on Integrated Ecosystem Assessment of the Greenland Sea (WGIEAGS) // ICES Scientific Reports. 2020. V. 2. № 75. 2020. 72 p. DOI: 10.17895/ices.pub.7450.

ICES WGDEC 2021. Working Group on Deep-water Ecology (WGDEC) // ICES Scientific Reports. 2021. V. 3. № 89. 162 p. DOI: 10.17895/ices.pub.8289.

ICES WGIBAR 2021. Working Group on the Integrated Assessments of the Barents Sea (WGIBAR) // ICES Scientific Reports. 2021. V. 3. № 77. 236 p. DOI: 10.17895/ices.pub.8241.

Johannesen E., Jørgensen L.L., Fosshem M., et al. Large-scale patterns in community structure of benthos and fish in the Barents Sea // Polar Biology. 2017. V. 40. № 2. P. 237–246. DOI: 10.1007/s00300-016-1946-6.

Jørgensen L.L., Skjoldal H.R., Ingvaldsen R.B., et al. Distribution of benthic megafauna in the Barents Sea: baseline for an ecosystem approach to management // ICES J. Marine Science. 2015. V. 72. № 2. P. 595–613. DOI: 10.1093/icesjms/fsu106.

- Jørgensen L.L., Planque B., Thangstad T.H., Certain G.* Vulnerability of megabenthic species to trawling in the Barents Sea // ICES J. Marine Science. 2016. V. 73. №. Supp 1.1. P. 84–97. DOI: 10.1093/icesjms/fsv107.
- Jørgensen L.L., Blicher M.E., Bluhm B. et al.* Detecting changes in the Arctic Ecosystem—Long-Term Benthos Monitoring network for detecting changes in the Arctic benthic ecosystem (LTM-Benthos) 2017–2020 // Rapport fra havforskningen. 2018. 31 p.
- Jørgensen L.L., Primicerio R., Ingvaldsen R.B., et al.* Impact of multiple stressors on sea bed fauna in a warming Arctic // Mar Ecol Prog Ser. 2019. V. 608. P. 1–12. DOI: 10.3354/meps12803.
- Jørgensen L.L., Logerwell E.A., Strelkova N.A. et al.* International Megabenthic Long-Term Monitoring of a Changing Arctic Ecosystem: baseline results // Progress in Oceanography. V. 200. 2022. P. 102712. DOI: 10.1016/j.pocan.2021.102712
- NAFO. 2021. Report of the Scientific Council, 27 May - 11 June 2021. NAFO SCS Doc. 21/14REV. 2021. 132 p.
- NEAFC Regulatory Areas, Recommendation 19: Protection of VMEs in NEAFC Regulatory Areas, as Amended by Recommendation № 09 (2015) and Recommendation № 10 (2018). 2014. P. 26.
- Nozères C., Archambault D.* Portfolio pour l'identification rapide d'invertébrés capturés au chalut dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent // Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2014. № 3033. 30 p.
- Nozères C., Faille G., Coté G. et al.* Atlas of Sponges from the Estuary and Northern Gulf of St. Lawrence Multidisciplinary Trawl Survey in 2006–2017 // Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2020. № 3364. 53 p.
- Nozères C., Roy V., Treau de Coeli L. et al.* A photo catalogue of fishes and invertebrates from the 2017. Central and Arctic Region trawl survey in Baffin Bay // Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2019. № 3324. 94 p.
- Ólafsdóttir S.H., Ragnarsson S.Á., Burgos J.M., et al.* Vernd viðkvæmra botnvistkerfa. Samantekt upplýsinga og mat á fimm þáttum er varða viðkvæm botnvistkerfi fyrir atvinnuvega og nýsköpunarráðuneytið. Hafrannsóknastofnun. 2021. 62 p.
- Roy V., Iken K., Archambault P.* Regional variability of megabenthic community structure across the Canadian Arctic // Arctic. 2015. P. 180–192. DOI: 10.14430/arctic4486.
- Roy V., Jørgensen L.L., Archambault P. et al.* Benthos Expert Network: Findings and recommendations from the Circumpolar Biodiversity Monitoring Program's State of the Arctic Marine Biodiversity Report (SAMBR) // PeerJ PrePrints. 2018. DOI. 10.7287/peerj.preprints.26775.
- The Second World Ocean Assessment.* Volume I & II. New York: United Nations publication, 2021. 1086 p.
- Zakharov D. V., Jørgensen L. L., Manushin I. E., & Strelkova N. A.* Barents Sea megabenthos: spatial and temporal distribution and production // Marine Biological J. 2020. V. 5. №. 2. P. 19–37. DOI: 10.21072/mbj.2020.05.2.03.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF FISHERY INVESTIGATIONS

**GUIDANCE FOR THE ASSESSMENT
OF THE MEGABENTHOS BYCATCH IN THE BOTTOM
TRAWL IN THE COURSE OF RESEARCH SURVEYS**

© 2022 г. D.V. Zakharov¹, I.E. Manushin², N.A. Strelkova², O.L. Zimina³,
K.S. Khacheturova^{2,4}, D.Ju. Blinova^{2,4}, L.L. Jorgensen^{5,6}

1 – Zoological Institute of Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, 199034

2 – Polar branch of the Russian Federal research institute of
fisheries and oceanography (PINRO), Murmansk, 183038

3 – Murmansk marine biological institute of the Russian
Academy of Science, Murmansk, 183010

4 – Murmansk state technical university, Murmansk, 183010

5 – Institute of Marine Research, Bergen, Norway, 5817

6 – High North Research Centre for Climate
and the Environment, Tromsø, Norway, 9007

This study presents a sampling manual of megabenthos bycatch, based on long-term monitoring programs of bottom communities in North Atlantic and Arctic. The present guidance will provide high-quality, reliable, and complete data about benthic communities for conservation and protection of their habitats. This manual will help to optimize sampling and processing of megabenthos by-catches on board a research or fishing vessel and standardize information about megabenthos bycatches for the analysis. The results of the application of this guidance in domestic and foreign studies are discussed.

Key words: Barents Sea, bottom trawl fishery, bycatch, megabenthos, species identification

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС77-45410
от 15 июня 2011 г. в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Учредитель – ФГБНУ «ВНИРО»

Подписано в печать 09.09.2022 г.
Печать офсетная. Формат бумаги 60×90 1/8.
Бумага 70 г/м². Тираж 100 экз.

Редакция журнала «Вопросы рыболовства»
Тел.: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru