

**Отчет совещания Подгруппы по акустической съемке
и методам анализа**
(Циндао, Китайская Народная Республика, 8–11 апреля 2014 г.)

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	131
Научное использование акустических данных, собранных на судах, ведущих промысел криля	131
Обзор акустических данных, представленных в рамках подтверждения концепции	131
Разработка протоколов сбора данных	133
Мониторинг работы эхолотов	134
Протоколы анализа акустических данных	137
Алгоритмы устранения шумов	137
Программа обработки данных	137
Акустические данные, полученные с промысловых судов	138
Рекомендации Научному комитету	138
Принятие отчета	138
Закрытие совещания	139
Литература	139
Таблицы	140
Рисунки	145
Дополнение А: Список участников	149
Дополнение В: Повестка дня	151
Дополнение С: Список документов	152
Дополнение D: Проект технической инструкции по настройке прибора Simrad ES60 для регистрации данных в открытом океане	153
Дополнение E: Пример определения эффективности работы системы эхолотов на основе сравнения участков морского дна	157
Дополнение F: Сравнение между различными судами	159

**Отчет совещания Подгруппы по акустической
съемке и методам анализа**
(Циндао, Китайская Народная Республика, 8–11 апреля 2014 г.)

Введение

1.1 Совещание Подгруппы по акустической съемке и методам анализа (SG-ASAM) проходило с 8 по 11 апреля 2014 г. в Научно-исследовательском институте рыбного хозяйства Желтого моря (YSFRI) при Китайской академии рыбохозяйственной науки в городе Циндао (Китайская Народная Республика). Созывающие Дж. Уоткинс (СК) и С. Чжао (Китай) приветствовали участников (Дополнение А). Дж. Уоткинс поблагодарил С. Чжао за проведение совещания в YSFRI; это первое совещание АНТКОМ, проводившееся в Китае.

1.2 Работа подгруппы в настоящее время фокусируется на использовании акустических данных, собранных промысловыми судами, для получения качественной и поддающейся количественному определению информации о распределении и относительной численности антарктического криля (*Euphausia superba*) и других пелагических видов, таких как миктофиды и сальпы ((SC-CAMLR-XXX, пп. 2.9 и 2.10; SC-CAMLR-XXXI, Приложение 4). Данное совещание SG-ASAM было конкретно созвано для того, чтобы определить протоколы сбора и анализа акустических данных, собранных на промысловых судах (SC-CAMLR-XXXII, п. 2.14).

1.3 Предварительная повестка дня совещания была обсуждена и принята без изменений (Дополнение В). SG-ASAM решила сфокусировать свои дискуссии на Пункте 2.

1.4 Представленные на совещание документы приводятся в Дополнении С. SG-ASAM поблагодарила всех авторов документов за их ценный вклад в работу, проделанную на совещании.

1.5 Отчет подготовили М. Кокс (Австралия), С. Филдинг (СК), Д. Рам, К. Рид (Секретариат) и Г. Скарет (Норвегия). Те части отчета, которые содержат рекомендации для Научного комитета, выделены серым (см. также "Рекомендации Научному комитету").

Научное использование акустических данных, собранных на судах, ведущих промысел криля

Обзор акустических данных, представленных в рамках подтверждения концепции

2.1 SG-ASAM напомнила о целях программы "подтверждение концепции" (SC-CAMLR-XXXI, Приложение 4, пп. 2.38 и 2.39), а также о последующей межсессионной работе по этим вопросам, проведению которой способствовала э-группа¹ SG-ASAM (SC-CAMLR XXXI, пп. 2.12 и 2.13).

¹ Доступ к э-группам АНТКОМ предоставляется авторизованным пользователям на [сайте АНТКОМ](#).

2.2 SG-ASAM отметила, что начатая в 2013 г. программа "подтверждение концепции" имеет два этапа и что цель этапа 1, введенного в 2013 г., заключается в определении конфигурации гидролокаторов на участвующих судах и в обеспечении возможности судов собирать акустические данные с географической и временной привязкой. Для выполнения этапа 1 от судов требовалось собрать акустические данные в течение 1–2 мин., заполнить форму для регистрации акустических метаданных, распространенную вместе с SC CIRC 13/46, и по электронной почте представить файл(ы) данных и заполненную форму в Секретариат.

2.3 SG-ASAM отметила, что этап 1 является важным шагом, позволяющим больше узнать об акустических приборах на крилевых судах, а также о возможности сбора требующихся акустических данных и соответствующих метаданных. SG-ASAM также отметила, что исходя из количества судов, приступивших к этапу 1 в 2013 г., и межсессионной работы э-группы SG-ASAM, Научный комитет признал, что имеется прочная основа для продолжения работы по разработке протоколов этапа 2 (SC-CAMLR-XXXII, п. 2.14).

2.4 SG-ASAM приветствовала представление акустических данных, полученных в ходе этапа 1 (табл. 1) семью судами, что составляет приблизительно 60% судов, занятых в промысле криля в 2013/14 г. Кроме того, одно судно представило эхограммы. Все представленные наборы данных были собраны с помощью систем Simrad и все файлы с акустическими данными были представлены в виде файлов ".raw" (в формате оригинала). Среди судов, не представивших данных по этапу 1, на некоторых были установлены системы эхолотов Furuno, не имеющие функции хранения акустических данных. С.-Г. Чой (Республика Корея) проинформировал подгруппу о том, что в настоящее время на судне *Insung Ho* имеются эхолоты, не позволяющие собирать/хранить данные, но в 2014/15 г. на нем будет установлена система Simrad.

2.5 SG-ASAM согласилась с тем, что представленные акустические данные подтверждают концепцию возможного сбора их промысловыми судами.

2.6 SG-ASAM вновь выразила свою заинтересованность в получении данных от всех типов эхолотов на этапе 1, но при этом отметила, что все данные, представленные в ходе этапа 1, были получены от систем Simrad. В связи с этим на данном совещании дискуссии фокусировались на анализе и протоколах сбора данных, разработанных для систем Simrad.

2.7 В ходе совещания все представленные по этапу 1 файлы акустических данных удалось открыть и рассмотреть в Echoview и LSSS. Просмотрев каждый файл данных, SG-ASAM отметила, что, хотя акустический шум (синхронизация звукового импульса и фона) различался между судами, все представленные акустические данные показали, что крилевые суда могут собирать акустические данные и соответствующие метаданные, необходимые для получения информации о распределении и численности криля.

2.8 SG-ASAM указала, что для просмотра и анализа акустических данных на совещании использовались пакеты проприетарного программного обеспечения (Echoview, LSSS и Echolab), и поблагодарила тех участников, которые привезли эти лицензированные пакеты на совещание. SG-ASAM отметила, что в настоящее время у Секретариата нет программы для анализа этих файлов акустических данных, однако

для открытия и просмотра данных можно будет использовать демоверсию Echoview или LSSS. По мнению SG-ASAM, требования к разработке этой функции Секретариатом следует рассмотреть во время разработки протоколов анализа данных.

Разработка протоколов сбора данных

2.9 Учитывая положительные результаты этапа 1, SG-ASAM рассмотрела сроки выполнения следующих шагов (рис. 1) в процедуре использования акустических данных с крилевых судов для получения информации о распределении и численности криля. SG-ASAM решила, что в настоящее время следует уделять основное внимание разработке протоколов сбора данных, которые можно легко ввести на промысловых судах, и что в первую очередь необходимо разработать протокол сбора акустических данных по разрезам.

2.10 Подгруппа согласилась, что разработка протоколов сбора данных, включающих требования в отношении метаданных и установок приборов для сбора акустических данных, должна основываться на уже существующих протоколах, если таковые имеются, и должна относиться к конкретному виду деятельности. В частности, SG-ASAM указала, что существующие протоколы IMOS, предусматривающие использование судов, попутно выполняющих наблюдения (попутные суда) и оснащенных оборудованием Simrad ([документ IMOS о попутных судах](#)), служат полезной основой для разработки конкретного протокола для промысла криля.

2.11 SG-ASAM согласилась, что существенную пользу принесет сбор данных по предопределенным разрезам, и поддержала повторное проведение разрезов, выполняемых в настоящее время или выполнявшихся в прошлом, в рамках долгосрочной программы научных исследований в подрайонах 48.1, 48.2 и 48.3 (рис. 2). С целью содействия использованию этих разрезов промысловыми судами SG-ASAM дала координаты начальной и конечной точек разреза (табл. 1) и приняла набор уникальных идентификаторов для каждого разреза. SG-ASAM согласилась, что сбор данных промысловыми судами вдоль разрезов (или частей разрезов), в настоящее время выполняемых в ходе научных исследований, является полезным, однако в будущем можно будет добавить новые разрезы.

2.12 SG-ASAM указала, что большая часть информации в протоколе для конкретного разреза будет актуальной для промыслового судна, когда оно проводит другую связанную со сбором акустических данных деятельность, включая сбор данных по другим разрезам.

2.13 Требования к метаданным в отношении сбора акустических данных крилевым судном были разбиты на те, которые относятся к стационарной установке эхолотов на судне, и те, которые относятся конкретно к деятельности по сбору акустических данных.

2.14 В отношении метаданных, касающихся стационарной установки эхолотов на судне, SG-ASAM предложила, чтобы в будущем показанную в табл. 3 информацию можно было запрашивать в рамках уведомлений о намерении вести промысел криля. SG-ASAM попросила Секретариат запросить дополнительную информацию о судах,

заявленных на 2014/15 г. В частности, SG-ASAM отметила, что предоставление серийного номера преобразователя обеспечит доступ ко многим заводским настройкам Simrad и получение основной информации об эхолотах на судне.

2.15 SG-ASAM также отметила, что необходимо попросить занятые в промысле криля страны-члены информировать Секретариат в случаях, если настройки преобразователя изменяются в период между подачей уведомления и представлением акустических данных.

2.16 Ключевые требования к метаданным для акустических данных, собираемых на разрезах, указаны в табл. 4; SG-ASAM рекомендовала, чтобы все данные о датах и времени, связанные со сбором акустических данных, указывались в UTC.

2.17 SG-ASAM определила семь установок/параметров приборов, которым следует задать заранее установленные значения в рамках подготовки приборов к сбору акустических данных на разрезах (табл. 5). В то время как шесть из этих параметров не зависят от судна, настройка мощности для той или иной частоты зависит от ширины луча преобразователя (Korneliussen, et al., 2008). Указания для конкретных судов нужно будет разработать исходя из типа преобразователя и истории калибровки.

2.18 SG-ASAM разработала проект инструкций по настройкам преобразователя, работающего на частоте 38 кГц, с шириной луча 7 градусов, видоизменив инструкции IMOS (Дополнение D). На подробную разработку этого документа не хватило времени и ресурсов, поэтому было рекомендовано продолжать разработку, используя э-группу SG-ASAM.

Мониторинг работы эхолотов

2.19 SG-ASAM согласилась, что способность судов собирать акустические данные и соответствующие метаданные с целью получения информации о распределении и численности антарктического криля зависит от эффективности работы эхолотов, как в плане предположений (т. е., работает ли эхолот согласно ожиданиям), так и в плане известного стандарта (т. е., согласуются ли данные эхолота с известным стандартом калибровки).

2.20 SG-ASAM указала, что проведение стандартной сферической калибровки (напр., как описано в работе Foote et al., 1987) является наилучшим методом определения эффективности работы эхолота и дает наиболее точные рассчитанные количественные величины численности криля (см., напр., SC-CAMLR-XIX, Приложение 4, Дополнение G, пп. 3.10–3.12 и табл. 10 и 11).

2.21 SG-ASAM отметила, что некоторые промысловые суда были калиброваны с использованием метода стандартной сферы, например, когда устанавливался эхолот. Подгруппа попросила, чтобы результаты этих калибровок были представлены в АНТКОМ. Она также призвала к представлению любых других данных по калибровкам эхолотов на промысловых судах с тем, чтобы лучше понять изменчивость эффективности работы эхолотов со временем и в зависимости от условий окружающей среды.

2.22 SG-ASAM рассмотрела полученные судном *James Clark Ross* величины усиления силы цели за восемь лет, судя по которым изменчивость усиления силы цели колеблется от 0.5 дБ на 38 кГц до 1 дБ на 120 кГц; эта изменчивость была вызвана, по крайней мере частично, условиями окружающей среды (температурой) во время калибровки.

2.23 SG-ASAM отметила, что в работе Brierley et al. (1998) выявлены заметно отличающиеся (разница в усилении обратного объемного рассеяния (S_v) составляет 1.4 дБ при 38 кГц) настройки коэффициента усиления при калибровке, обнаруженные в воде с температурой 16.6°C по сравнению с антарктическими водами (2.3°C). Однако SG-ASAM указала, что более глубокое понимание неопределенности, обусловленной воздействием температуры на значения калибровки, возможно, позволит использовать калибровку промысловых судов в портах для получения количественных оценок в Антарктике.

2.24 SG-ASAM решила, что для того, чтобы можно было использовать акустические данные для получения количественной оценки биомассы криля, требуется метод измерения эффективности системы эхолотов во времени. Эти методы включают как внутреннюю проверку, так и сопоставление с внешними стандартами, и следует иметь в виду, что все они будут различаться по уровню неопределенности (табл. 6). SG-ASAM обсудила ряд методов оценки эффективности эхолотов и призвала страны-члены представить результаты анализа неопределенностей, связанных с этими методами.

2.25 SG-ASAM решила, что необходимые процедуры осуществления внутренней валидации системы должны проводиться, по крайней мере, в начале и в конце промыслового рейса (табл. 6).

2.26 SG-ASAM указала, что общую функциональность преобразователя с расщепленным лучом можно проверить путем изучения распределения одиночной цели в акустическом луче. Если преобразователь работает исправно, то обнаруженные одиночные цели должны распределяться в акустическом луче случайным образом (рис. 3а). Если один или несколько квадрантов преобразователя работают со сбоями, то обнаруженные одиночные цели могут распределяться в луче аномально (рис. 3б).

2.27 SG-ASAM решила, что разработка альтернативных методов калибровки является важным аспектом использования крилевых судов для получения информации о распределении и численности антарктического криля.

2.28 SG-ASAM решила, что сила звука, отраженного от морского дна (S_v) вдоль известных или повторяющихся разрезов, может свидетельствовать об эффективности системы и служить для сравнения различных судов, в т. ч. калиброванных и некалиброванных судов. Данные, полученные по акустическим разрезам и участкам калибровки (рис. 2), можно рассматривать на предмет изменчивости S_v морского дна, и подгруппа призвала участников провести такие исследования. Кроме того, подгруппа призвала использовать данные, собранные по этим разрезам и участкам калибровки судами, оборудованными и не оборудованными эхолотами, калиброванными по методу стандартной сферы, чтобы найти способ выявления неопределенности в данном методе.

2.29 С. Ван (Китай) представил данные по участку плоской поверхности морского дна на частоте 38 кГц, которые были собраны судном *Fu Rong Hai* с использованием эхолота Simrad EK60. Значение S_v морского дна было интегрировано по сетке размером 20 звуковых импульсов и от обнаруженной с помощью программы линии дна в глубину на 10 м. S_v морского дна с ~ 2000 звуковых импульсов показало одномодальное распределение в диапазоне $-35.9\dots-17.8$ дБ.

2.30 М. Кокс представил анализ S_v морского дна по данным линейного разреза длиной 2 км, полученным калиброванным эхолотом EK60 с частотой 38 кГц, которые были вынесены на сетку размером 10 импульсов на 2 м. Результаты интегрирования эхо-сигнала составили 477 клеток, находящихся в пределах изолированного участка морского дна. Эти клетки имели диапазон $-65.7\dots-5.5$ дБ на 1 м^{-1} и бимодальное распределение (Дополнение E).

2.31 С. Филдинг представил эмпирическую кумулятивную функцию распределения (CDF) S_v морского дна (от поверхности до глубины 4 м) по всем временным рядам (2012, 2013 и 2014 гг.) (рис. 4) разреза 3.1 в западной внутренней клетке Британской антарктической службы (разрез T5 на рис. 2с); между распределениями имелись различия.

2.32 Г. Скарет представил предварительные результаты испытания, проведенного промысловым судном *Juvel* в 2012 г. Судно трижды пересекало участок относительно плоского дна размером 2 мор. мили, расположенный вблизи основного промыслового участка к северу от Южных Оркнейских о-вов, с равномерной скоростью приблизительно 10 узлов, используя частоту акустического импульса 2.5 сек^{-1} . В ходе трех прогонов было проведено сравнение результатов интегрирования морского дна от обнаруженной поверхности вглубь до 5 м ниже этой поверхности на частотах 38, 70 и 120 кГц, и было продемонстрировано близкое совпадение на всех частотах (рис. 5).

2.33 SG-ASAM поблагодарила ученых, представивших результаты анализа S_v морского дна, пришла к выводу, что этот подход демонстрирует большой потенциал, и призвала продолжать разработки, включая анализ чувствительности каждого метода, в т. ч., помимо прочего, изучение данных по повторным разрезам, топографию и типы морского дна (напр., склон, плоская поверхность) и размеры сетки интегрирования.

2.34 М. Кокс также представил метод анализа, позволяющий сравнить акустические эхосигналы с двух судов, что может облегчить проведение межсудовой калибровки. Данный метод, в основе которого лежит метод, представленный в работе Cox et al. (2010), отображает функцию эмпирического кумулятивного распределения по каждому судну так, что средние значения S_v можно стандартизировать между судами. SG-ASAM решила, что этот метод является многообещающим для проведения взаимной калибровки двух судов после определения подходящего метода анализа морского дна, и рекомендовала, чтобы этому процессу содействовали суда, осуществляющие эти разрезы с установленными параметрами (напр., настройкой мощности и конкретной длительностью пульсации), как описывается в Дополнении F.

2.35 SG-ASAM рекомендовала, чтобы в ходе межсессионной работы, проводимой до совещания SG-ASAM в 2015 г., основное внимание уделялось роли морского дна как внешней контрольной цели для калибровки.

Протоколы анализа акустических данных

Алгоритмы устранения шумов

2.36 SG-ASAM напомнила о предыдущей дискуссии по вопросу об устранении помех от других акустических приборов (SC-CAMLR-XXXI, Приложение 4, п. 2.28). Однако, было отмечено, что могут иметься эксплуатационные требования, которые не позволяют устранять или выключать источники шумов. Поэтому разработка алгоритмов устранения шумов играет важную роль в обеспечении максимальной ценности собранных акустических данных.

2.37 С. Ван представил работу об уменьшении шумов в акустических записях, полученных с промыслового судна *Fu Rong Hai*, в которых имелись сильные шумовые помехи от других акустических приборов. Комбинация различных алгоритмов устранения шумов из пакета программ Echoview использовалась для постепенного устранения шумов, включая пороговое значение S_v , а также использование эрозийных, дилатационных и медианных фильтров. Особенно трудно было отфильтровывать шумы, возникающие в нескольких последовательных звуковых импульсах. С. Ван дополнительно исследовал воздействие порогового значения S_v на интегрирование эхосигналов путем рассмотрения чувствительности метода различия дБ в S_v , применяемого в АНТКОМ для идентификации криля, к различным пороговым значениям S_v . Не было замечено никакого воздействия при использовании низких пороговых значений, тогда как высокие значения оказывали воздействие, но только на слабые цели.

2.38 SG-ASAM поблагодарила С. Вана за интересный доклад, а М. Кокс предположил, что для исключения тех районов, где шумы все еще имеются, можно использовать разграничение и изоляцию скоплений как участков в Echoview. Также была высказана мысль, что после того, как будут созданы шаблоны для уменьшения шумов, можно будет заняться внедрением общих процедур по устранению шумов непосредственно с производителями акустического программного обеспечения.

Программа обработки данных

2.39 Г. Скарет кратко изложил содержание документа SG-ASAM-14/02 Rev. 1, в котором оценивается пригодность LSSS для рассмотрения и обработки данных, полученных с крилевых судов. Программа разработана для эффективной обработки больших объемов акустических данных и поэтому может служить полезным инструментом для обработки акустических данных, полученных крилепромысловой флотилией.

2.40 SG-ASAM указала, что в ходе будущей проводимой АНТКОМ работы с акустическими данными, полученными с промысла, потребуется эффективный инструмент для воспроизведения и легкого извлечения соответствующих частей набора данных. Было отмечено, что разные страны-члены будут, по-видимому, использовать разные системы программного обеспечения и что необходимо провести сравнение этих систем с использованием общих наборов данных.

2.41 SG-ASAM указала, что необходимо разработать стандартные протоколы анализа данных и что это планируется сделать в рамках будущей работы подгруппы (рис. 1).

Акустические данные, полученные с промысловых судов

2.42 К. Абэ (Япония) представил результаты анализа акустических данных, полученных плавающим под японским флагом промысловым судном *Fukuei Maru* в ходе крилепромысловых операций в Подрайоне 48.1 в 2011/12 г. (SG-ASAM-14/03 Rev. 1). Судно использовало работающий на частоте 38 кГц эхолот Simrad ES60, и данные в этом подрайоне собирались в течение двух с лишним месяцев.

2.43 SG-ASAM отметила, что эта работа помогла получить важную информацию о промысловой деятельности, в т. ч. о характере перемещения промыслового судна между различными участками промысла (рис. 6). SG-ASAM решила, что такие данные могут использоваться для определения разрезов, которые соединяют различные промысловые участки и которые можно осуществлять как обычные разрезы.

Рекомендации Научному комитету

3.1 SG-ASAM указала, что любое судно с работающим эхолотом потенциально может собирать акустические данные и соответствующие метаданные, необходимые для получения информации о распределении и численности криля. SG-ASAM также отметила, что степень достоверности, связанная с результатами, полученными по этим данным, будет зависеть от калибровки использовавшегося эхолота и схемы съемки. SG-ASAM согласилась, что суда с калиброванными эхолотами, проводящие должным образом спланированные съемки и с соответствующими протоколами анализа, обеспечивают наибольшую точность и достоверность оценок биомассы, однако эти съемки обычно проводятся в течение короткого промежутка времени по сравнению с периодом промысла. Поэтому, хотя данные, собранные промысловыми судами, могут быть менее точными, их можно получать в больших пространственных и временных масштабах.

3.2 Конкретные рекомендации для Научного комитета перечислены ниже; следует также рассматривать текст отчета, связанный с ними:

- подтверждение концепции (п. 2.5);
- протоколы сбора данных (п. 2.9);
- работа эхолотов (п. 2.35).

Принятие отчета

4.1 Отчет совещания был принят.

Заккрытие совещания

5.1 Закрывая совещание, созывающие поблагодарили всех участников за вклад в работу SG-ASAM и за подробные дискуссии, в результате которых были доработаны протоколы использования акустических данных, полученных на борту промысловых судов. Дж. Уоткинс также поблагодарил С. Чжао и С. Цзина (Генерального директора YSFRI) за прекрасную организацию совещания и за щедрое гостеприимство. SG-ASAM поблагодарила Дж. Уоткинса и С. Чжао за руководство совещанием.

Литература

- Brierley, A.S., C. Goss, J.L. Watkins and P. Woodroffe. 1998. Variations in echosounder calibration with temperature, and some possible implications for acoustic surveys of krill biomass. *CCAMLR Science*, 5: 273–281.
- Cox, M.J., J.D. Warren, D.A. Demer, G.R. Cutter and A.S. Brierley. 2010. Three-dimensional observations of swarms of Antarctic krill (*Euphausia superba*) made using a multi-beam echosounder. *Deep-Sea Res. II*, 57: 508–518.
- Foot, K.G., H.P. Knudsen, G. Vestnes, D.N. MacLennan and E.J. Simmonds. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. *ICES Coop. Res. Rep.*, 144: 69 pp.
- Korneliussen, R.J., N. Diner, E. Ona, L. Berger and P.G. Fernandes. 2008. Proposals for the collection of multifrequency acoustic data. *ICES J. Mar. Sci.*, 65: 982–994.

Табл. 1: Марка и частота эхолота; промысловая деятельность (к марту 2014 г.) судов, в отношении которых поданы уведомления о промысле криля в подрайонах 48.1, 48.2, 48.3 и 48.4 в 2013/14 г. Указано участие в программе SG-ASAM "подтверждение концепции" и представление акустических данных или эхограмм.

Заявленное судно		Марка эхолота	Частота(кГц)	Деятельность за текущий сезон (к марту)	Представление данных в рамках программы SG-ASAM "подтверждение концепции"
Страна-член	название судна;				
Чили	<i>Betanzos</i>	Simrad ES60	38	Промысел	Данные представлены
	<i>Cabo de Hornos</i>	-		О промысле не сообщалось	-
	<i>Diego Ramírez</i>	-		О промысле не сообщалось	-
	<i>Ila</i>	-		О промысле не сообщалось	-
Китай	<i>An Xing Hai</i>	Furuno FCV1200L*	38, 70, 120	Лицензии на 2013/14 г. нет	-
	<i>Fu Rong Hai</i>	Simrad EK60		Промысел	Данные представлены
	<i>Kai Li</i>	Furuno FCV-140, MU101-C*		Промысел	-
	<i>Kai Yu</i>	Simrad ES60		Промысел	-
	<i>Lian Xing Hai</i>	Furuno FCV1200L*		Лицензии на 2013/14 г. нет	-
	<i>Long Teng</i>	Furuno FCV1200L*		Промысел	-
Республика Корея	<i>Adventure</i>	Simrad ES60	38	Заменено судном <i>Sejong</i>	Данные представлены (2012/13 г.)
Корея	<i>Sejong</i>	ES70	38, 200	Промысел	Данные представлены
	<i>Insung Ho</i>	JRC JFV-130, Furuno FCV-161ET**	28, 50	Промысел	-
	<i>Kwang Ja Ho</i>	ES70	38, 120	Промысел	Данные представлены
Norway	<i>Antarctic Sea</i>	Simrad ES60	38, 120	Промысел	-
	<i>Juvel</i>	Simrad ES60	38, 70, 120	Промысел	Данные представлены
	<i>Saga Sea</i>	Simrad ES60	38, 120	Промысел	Данные представлены
Польша	<i>Alina</i>	-		О промысле не сообщалось	-
	<i>Sirius</i>	-		О промысле не сообщалось	-
Украина	<i>Mope Содружества</i>	ES70	70	О промысле не сообщалось	Представлена эхограмма (2012/13 г.)

* Отсутствует возможность хранения данных. ** Отсутствует возможность хранения данных, ожидается установка эхолота Simrad в 2014/15 г.

Табл. 2: Координаты (дд мм.00) начальных и конечных точек в подрайонах 48.1, 48.2 и 48.3. См. также рис. 2.

Подрайон	Разрез	Начальная точка		Конечная точка	
		Долгота	Широта	Долгота	Широта
48.1	T1	63°00.00' з. д.	62°15.00' ю. ш.	62°00.00' з. д.	62°45.00' ю. ш.
	T2	62°30.00' з. д.	62°00.00' ю. ш.	61°30.00' з. д.	62°30.00' ю. ш.
	T3	62°00.00' з. д.	61°45.00' ю. ш.	61°00.00' з. д.	62°15.00' ю. ш.
	T4	61°30.00' з. д.	61°30.00' ю. ш.	60°00.00' з. д.	62°15.00' ю. ш.
	T5	61°00.00' з. д.	61°15.00' ю. ш.	59°30.00' з. д.	62°00.00' ю. ш.
	T6	60°30.00' з. д.	61°00.00' ю. ш.	59°00.00' з. д.	61°45.00' ю. ш.
	T7	58°30.00' з. д.	60°00.00' ю. ш.	58°30.00' з. д.	61°30.00' ю. ш.
	T8	57°30.00' з. д.	60°00.00' ю. ш.	57°30.00' з. д.	61°45.00' ю. ш.
	T9	57°00.00' з. д.	60°00.00' ю. ш.	57°00.00' з. д.	61°45.00' ю. ш.
	T10	56°30.00' з. д.	60°00.00' ю. ш.	56°30.00' з. д.	61°45.00' ю. ш.
	T11	55°45.00' з. д.	60°00.00' ю. ш.	55°45.00' з. д.	61°45.00' ю. ш.
	T12	55°00.00' з. д.	60°00.00' ю. ш.	55°00.00' з. д.	61°03.00' ю. ш.
	T13	54°30.00' з. д.	60°00.00' ю. ш.	54°30.00' з. д.	61°45.00' ю. ш.
	T14	54°00.00' з. д.	60°00.00' ю. ш.	54°00.00' з. д.	61°03.00' ю. ш.
	T15	61°30.00' з. д.	63°00.00' ю. ш.	60°30.00' з. д.	63°30.00' ю. ш.
	T16	60°30.00' з. д.	63°00.00' ю. ш.	59°30.00' з. д.	63°30.00' ю. ш.
	T17	60°00.00' з. д.	62°45.00' ю. ш.	59°00.00' з. д.	63°15.00' ю. ш.
	T18	59°30.00' з. д.	62°30.00' ю. ш.	58°30.00' з. д.	63°00.00' ю. ш.
	T19	58°30.00' з. д.	62°30.00' ю. ш.	57°30.00' з. д.	63°00.00' ю. ш.
	T20	58°00.00' з. д.	62°15.00' ю. ш.	57°00.00' з. д.	62°45.00' ю. ш.
	T21	57°24.00' з. д.	62°00.00' ю. ш.	56°30.00' з. д.	62°30.00' ю. ш.
	T22	56°00.00' з. д.	62°00.00' ю. ш.	56°00.00' з. д.	62°45.00' ю. ш.
	T23	55°00.00' з. д.	61°12.00' ю. ш.	55°00.00' з. д.	63°00.00' ю. ш.
	T24	54°00.00' з. д.	61°18.00' ю. ш.	54°00.00' з. д.	62°45.00' ю. ш.
48.2	T1	48°30.00' з. д.	59°40.20' ю. ш.	48°30.00' з. д.	62°00.00' ю. ш.
	T2	47°30.00' з. д.	59°40.20' ю. ш.	47°30.00' з. д.	62°00.00' ю. ш.
	T3	46°30.00' з. д.	59°40.20' ю. ш.	46°30.00' з. д.	62°00.00' ю. ш.
	T4	45°45.00' з. д.	59°40.20' ю. ш.	45°45.00' з. д.	60°28.80' ю. ш.
	T5	45°00.00' з. д.	59°40.20' ю. ш.	45°00.00' з. д.	60°36.60' ю. ш.
	T6	44°00.00' з. д.	59°40.20' ю. ш.	44°00.00' з. д.	62°00.00' ю. ш.
	T7	45°45.00' з. д.	60°42.00' ю. ш.	45°45.00' з. д.	62°00.00' ю. ш.
	T8	45°00.00' з. д.	60°58.80' ю. ш.	45°00.00' з. д.	62°00.00' ю. ш.
48.3	T1	39°36.14' з. д.	53°20.83' ю. ш.	39°23.51' з. д.	54°03.32' ю. ш.
	T2	39°18.25' з. д.	53°18.94' ю. ш.	39°05.34' з. д.	54°01.40' ю. ш.
	T3	39°02.29' з. д.	53°17.22' ю. ш.	38°49.14' з. д.	53°59.64' ю. ш.
	T4	38°45.05' з. д.	53°15.31' ю. ш.	38°31.61' з. д.	53°57.70' ю. ш.
	T5	38°26.94' з. д.	53°13.25' ю. ш.	38°13.22' з. д.	53°55.61' ю. ш.
	T6	38°08.42' з. д.	53°11.11' ю. ш.	37°54.40' з. д.	53°53.42' ю. ш.
	T7	37°57.86' з. д.	53°09.85' ю. ш.	37°43.67' з. д.	53°52.15' ю. ш.
	T8	37°49.93' з. д.	53°08.90' ю. ш.	37°35.62' з. д.	53°51.19' ю. ш.
	T9	36°15.62' з. д.	54°05.73' ю. ш.	35°15.19' з. д.	53°41.49' ю. ш.
	T10	36°10.50' з. д.	54°10.35' ю. ш.	35°09.80' з. д.	53°46.26' ю. ш.
	T11	36°04.15' з. д.	54°15.94' ю. ш.	35°03.05' з. д.	53°51.92' ю. ш.
	T12	35°57.60' з. д.	54°21.02' ю. ш.	34°57.42' з. д.	53°56.79' ю. ш.
	T13	35°54.68' з. д.	54°24.11' ю. ш.	34°53.74' з. д.	53°59.99' ю. ш.
	T14	35°48.65' з. д.	54°29.60' ю. ш.	34°47.35' з. д.	54°05.35' ю. ш.
	T15	35°43.98' з. д.	54°33.43' ю. ш.	34°42.54' з. д.	54°09.38' ю. ш.
	T16	35°38.65' з. д.	54°38.34' ю. ш.	34°36.98' з. д.	54°14.02' ю. ш.
	T17	35°33.94' з. д.	54°42.22' ю. ш.	34°32.50' з. д.	54°18.15' ю. ш.
	T18	35°29.00' з. д.	54°46.67' ю. ш.	34°26.85' з. д.	54°22.33' ю. ш.

Табл. 3: Дополнительная информация о приборах, требуемая при представлении ежегодного уведомления о промысле.

Название судна	
Позывные судна	
Информация о преобразователя	
Частота	
Тип	
Серийный номер	
Глубина трансдюсера	
Диаграмма/фото конфигурации преобразователя	
Калибровочный планшет изготовителя	
Система регистрации данных	
EK60/ES60/ES70 – версия программного обеспечения	

Табл. 4: Метаданные, требуемые при выполнении заданных разрезов.

Название судна						
Позывные судна						
Инструкции						
Настройте систему регистрации данных на UTC						
Установите настройки приборов в соответствии с таблицей для конкретного судна						
По возможности, выключите все другие акустические приборы						
Не менять параметры во время выполнения разреза						
Скорость судна стабильна, около 10 узлов						
№ разреза	Дата/время начала (UTC)	Дата/время окончания (UTC)	Идентификатор разреза АНТКОМ	Состояние моря в начале разреза	Направление ветра в начале разреза	Замечания

Табл. 5: Установки прибора для выполнения заданных разрезов.

Название судна;					
Позывные судна					
Установки для выполнения заданных разрезов.					
Частота:	кГц:	38	70	120	200
Мощность*	W	* зависит от ширины луча			
Длительность импульса	микросекунда	1024	1024	1024	1024
Интервал между импульсами	секунда	2	2	2	2
Диапазон для сбора данных (мин.–макс.)	M	0–1000	0–1000	0–1000	0–1000
Диапазон для обнаружения дна (мин.–макс.)	M	5–1000	5–1000	5–1000	5–1000
Диапазон для обнаружения дна (мин.–макс.)	M	0–1000	0–1000	0–1000	0–1000

Табл. 6: Процедуры определения эффективности работы эхолотов в море. Серое затенение означает, что требуется доработка и подробное определение метода.

	Внутренняя проверка			Внешняя проверка	
	Испытание системы трансивера	Измерение полное сопротивление преобразователя	Распределение обнаруженных одиночных целей	Калибровка с помощью интегрирования отраженных от дна эхосигналов	Стандартная сферическая калибровка
Цель	Наблюдение работы основной системы			Калибровка по известному стандартному значению	
Метод	Использование тестового сигнала, имеющегося в ряде эхолотов Simrad.	Необходима разработка подгруппой	Распределение одиночных целей в радиусе лучи используется для оценки функциональности преобразователя	Калибровка недвижущимся или движущимся судном с использованием силы обратного объемного рассеяния от морского дна в качестве производного стандарта	Неподвижное судно использует подвесные целевые сферы в качестве известного калибровочного стандарта
Как часто	Как минимум в начале и в конце промыслового сезона			По крайней мере, раз в сезон	По возможности; требуется для спроектированных съемок
Литература	Справочник Simrad, Дополнение D		См. п. 2.26	См. пп. 2.28–2.35	Foote et al., 1987

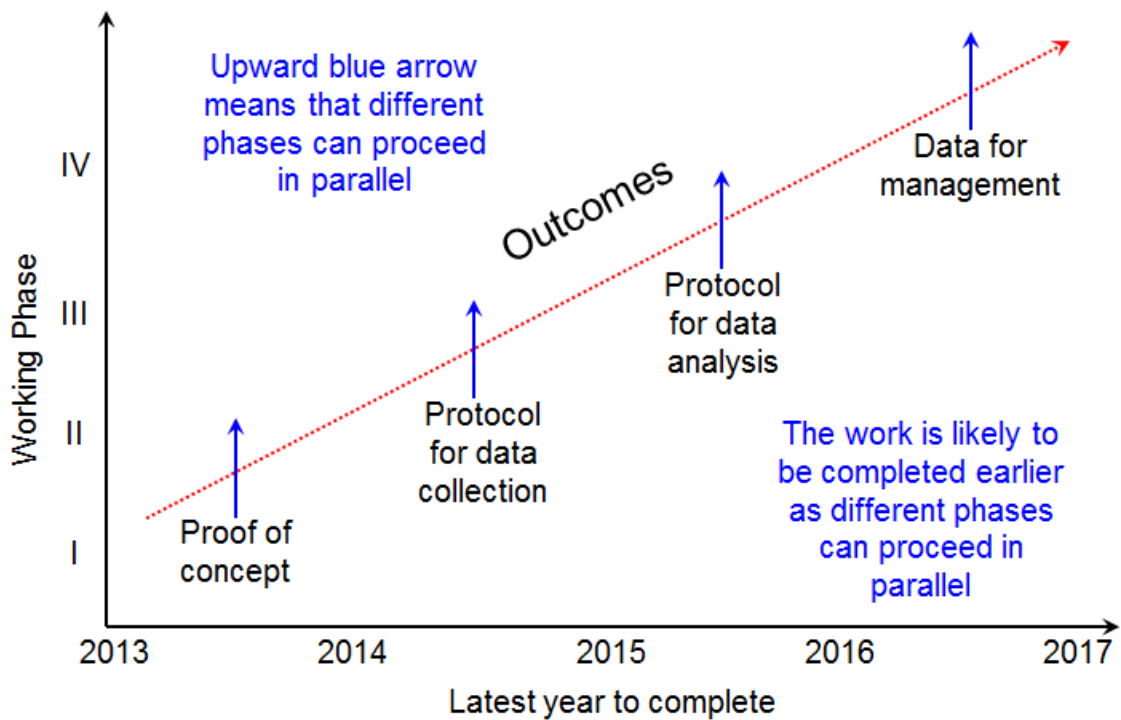


Рис. 1: Дорожная карта, ведущая к полному использованию акустических данных, собранных на промысловых судах.

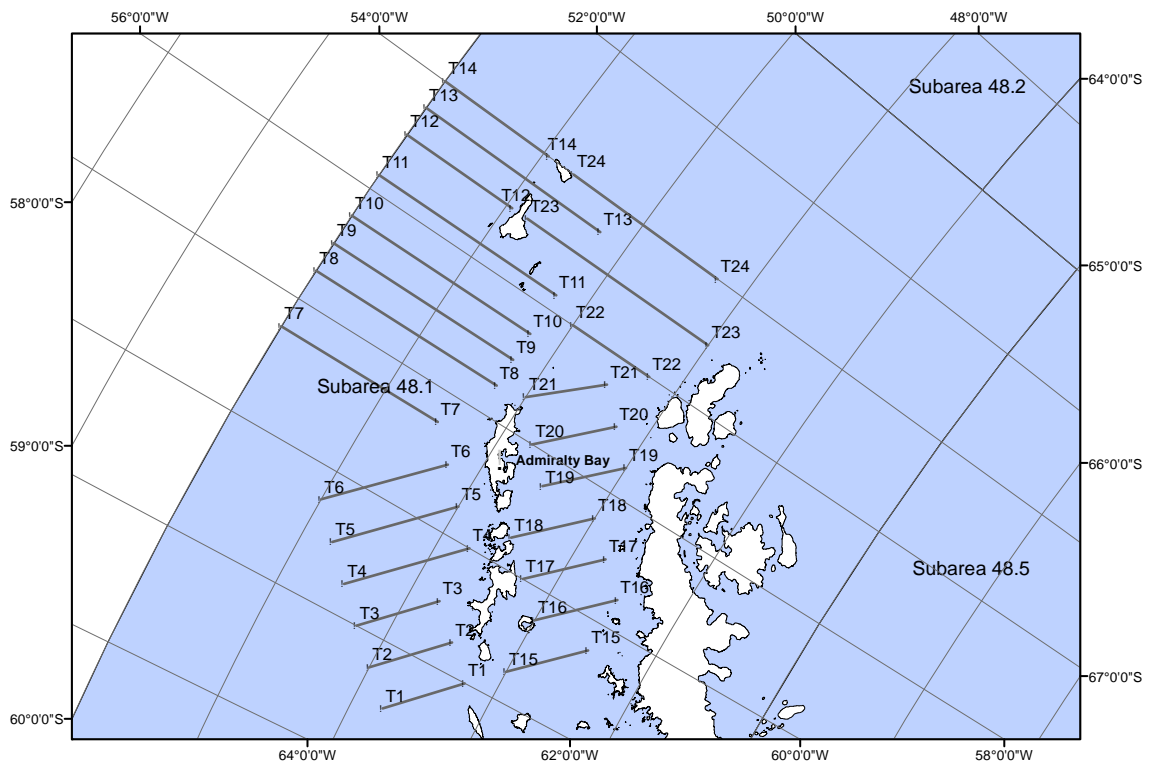


Рис. 2(а): Местонахождение акустических разрезов (Т1–Т24) и участка калибровки у Южных Шетландских о-вах (Подрайон 48.1). Координаты начальных и конечных точек разрезов указаны в табл. 1.

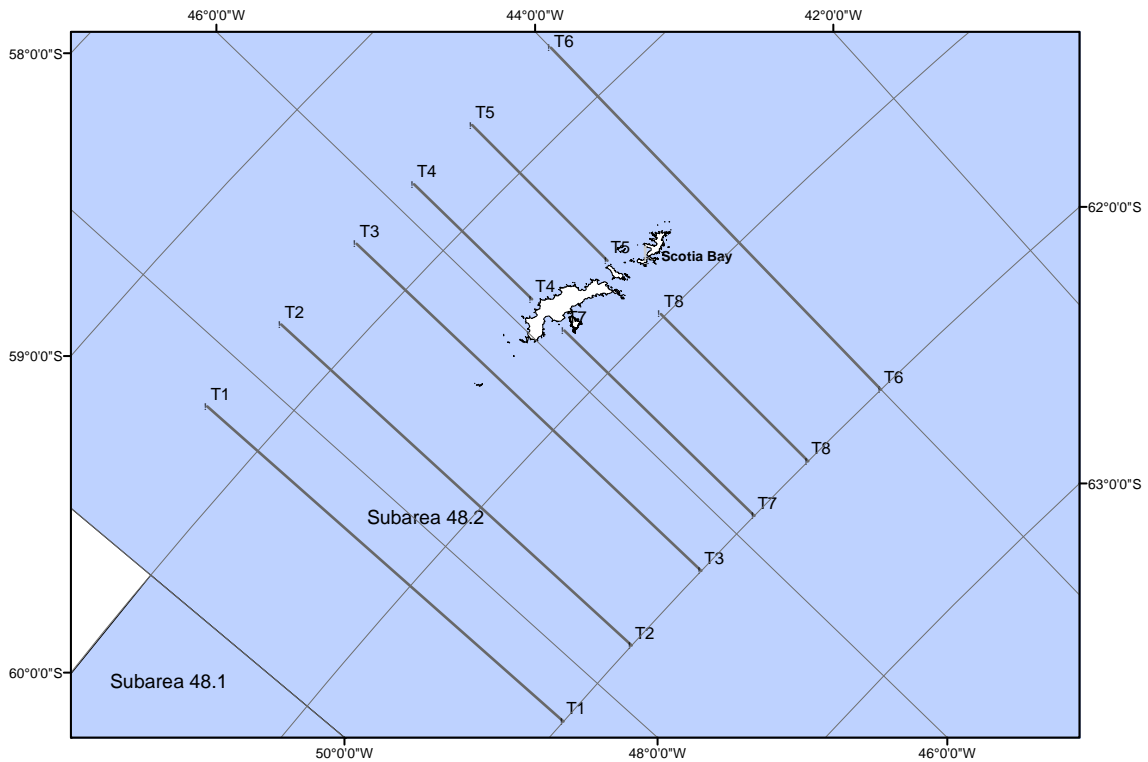


Рис. 2(б): Местонахождение акустических разрезов (Т1–Т8) и участка калибровки (бухта Скотия) у Южных Шетландских о-вах (Подрайон 48.2). Координаты начальных и конечных точек разрезов указаны в табл. 1.

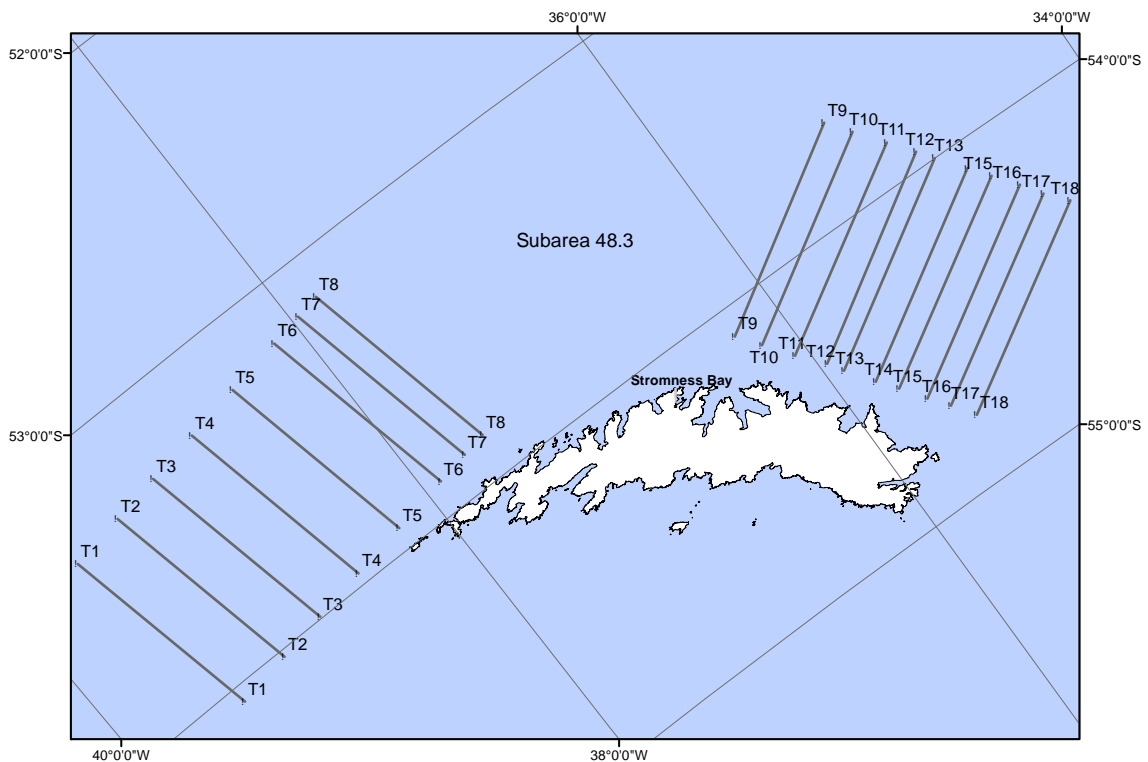


Рис. 2(с): Местонахождение акустических разрезов (Т1–Т18) и участка калибровки (бухта Стромнесс) у Южной Георгии (Подрайон 48.3). Координаты начальных и конечных точек разрезов указаны в табл. 1.

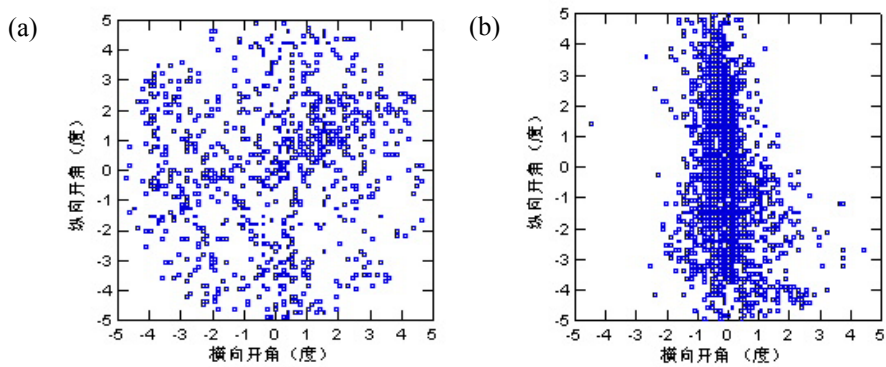


Рис. 3: Распределение обнаруженных одиночных целей в акустическом луче. Ось x: поперечный угол отклонения от оси (°); ось y: продольный угол отклонения от оси (°); (a): по показаниям исправного трансдюсера (b): по показаниям неправильно работающего трансдюсера.

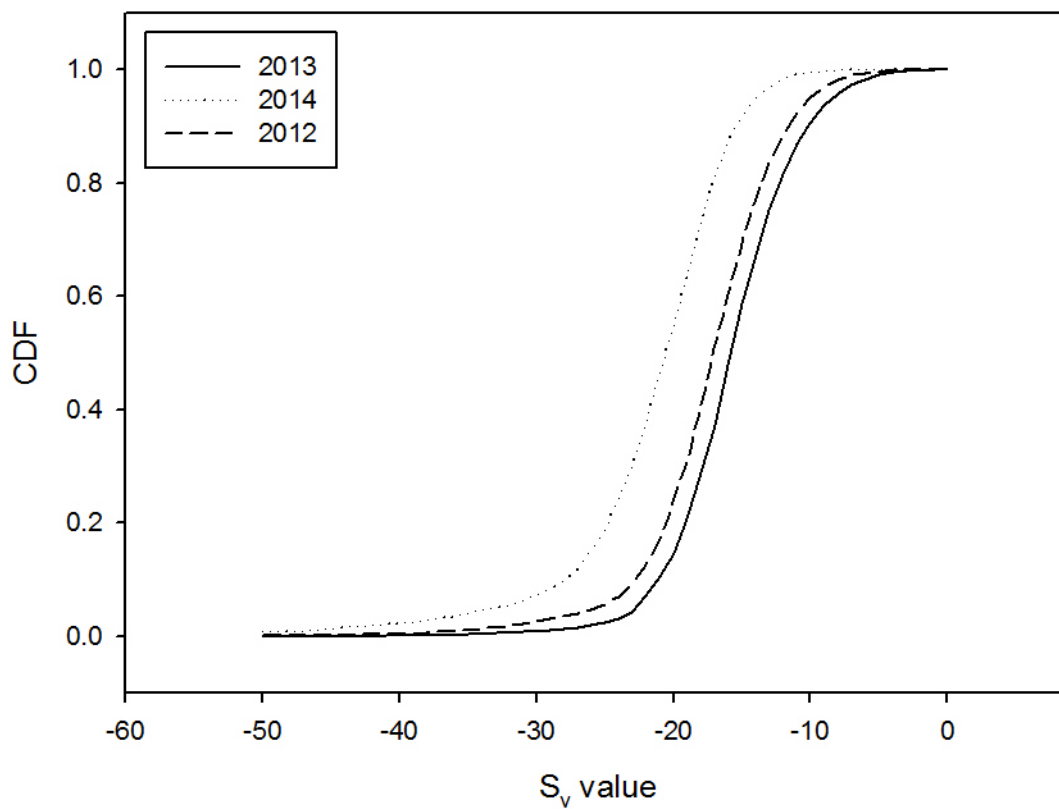


Рис. 4: Кумулятивная функция распределения S_v морского дна (дБ) по временным рядам (2012, 2013 и 2014 гг.) для разреза 3.1 в западной основной клетке Британской антарктической службы (разрез T5 на рис. 2с).

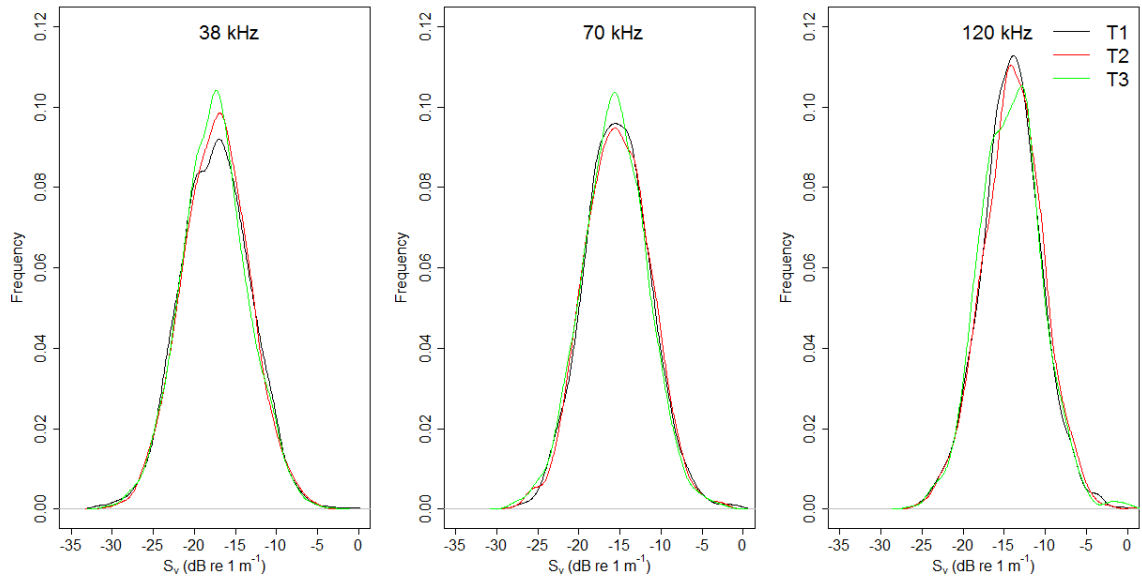


Рис. 5: Распределение силы обратного объемного акустического рассеяния (S_v) по результатам донной интеграции с использованием данных по повторным разрезам, выполненным промысловым судном *Juvel* на трех частотах (38, 70 и 120 кГц). Графики PDF построены на основе одиночных импульсов ($N \sim 1700$) и результатов трехкратного выполнения (T1, T2 и T3) разреза длиной около 2 мор. миль над относительно ровным дном.

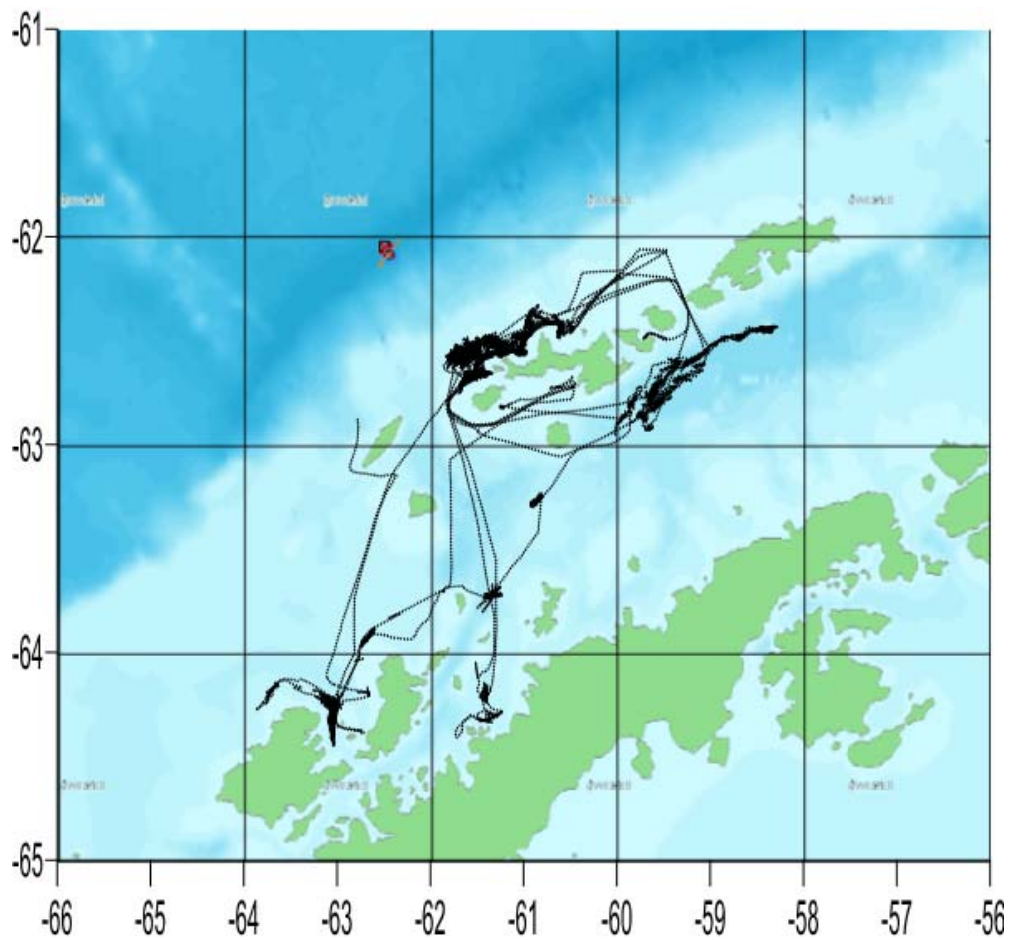


Рис. 6: Местоположение промыслового судна *Fukuei Maru* во время промысла криля и сбора акустических данных в Подрайоне 48.1 в 2011/12 г.

Список участников

Подгруппа по акустической съемке и методам анализа
(Циндао, Китайская Народная Республика, 8–11 апреля 2014 г.)

Созывающие

Dr Jon Watkins
British Antarctic Survey
United Kingdom
jlwa@bas.ac.uk

Dr Xianyong Zhao
Yellow Sea Fisheries Research Institute
Chinese Academy of Fishery Science
People's Republic of China
zhaoxy@ysfri.ac.cn

Австралия

Dr Martin Cox
Australian Antarctic Division
Department of the Environment
martin.cox@aad.gov.au

Китайская Народная Республика

Dr Taichun Qu
East China Sea Fisheries Research Institute
Chinese Academy of Fishery Science
834190360@qq.com

Dr Xinliang Wang
Yellow Sea Fisheries Research Institute
Chinese Academy of Fishery Science
wangxl@ysfri.ac.cn

Dr Yi-Ping Ying
Yellow Sea Fisheries Research Institute
Chinese Academy of Fishery Science
yingyp@ysfri.ac.cn

Dr Jichang Zhang
Yellow Sea Fisheries Research Institute
Chinese Academy of Fishery Science
zjc021205@163.com

Dr Hui Xia
Shanghai Ocean University
Sum23@163.com

Япония

Dr Koki Abe
National Research Institute of Fisheries
Engineering
Fisheries Research Agency
abec@fra.affrc.go.jp

Республика Корея

Dr Seok Gwan Choi
National Fisheries Research and Development
Institute
sgchoi@korea.kr

Норвегия

Dr Georg Skaret
Institute of Marine Research
georg.skaret@imr.no

Соединенное Королевство

Dr Sophie Fielding
British Antarctic Survey
sof@bas.ac.uk

Секретариат

Дэвид Рамм
Руководитель отдела обработки данных
david.ramm@ccamlr.org

Кит Рид
Руководитель научного отдела
keith.reid@ccamlr.org

Повестка дня

Совещание Подгруппы по акустической съемке и методам анализа
(Циндао, Китайская Народная Республика, 8–11 апреля 2014 г.)

1. Введение
2. Научное использование акустических данных, собранных на судах, ведущих промысел криля
 - 2.1 Обзор акустических данных, представленных промысловыми судами, в рамках подтверждения концепции
 - 2.1.1 Какие данные представлены? – Напоминание о просьбе собирать цифровые данные с географической привязкой и привязкой ко времени вместе с соответствующими метаданными о приборах, подходящими для оценки качества
 - 2.2 Разработка протоколов отсеивания данных и анализа акустических данных, собранных на промысловых судах
 - 2.2.1 Сравнение алгоритмов устранения шумов
 - 2.2.2 Степень детализации и стандартизации, необходимая при устранении шумов и на других этапах обработки
 - 2.2.3 Какие протоколы акустического анализа необходимо ввести?
 - 2.2.4 Рассмотреть и, если необходимо, разработать стандартный протокол (шаблоны) для пакетов программ, таких как Echoview и LSSS (имеются ли в свободном доступе другие варианты?)
 - 2.2.5 Данные съемок
 - 2.3 Стандартный анализ, обработка и хранение данных (АНТКОМ, SONA, IMOS)
3. Оценка эффективности имеющегося в АНТКОМ протокола акустического анализа
 - 3.1 Насколько хорошо он работает; применяется ли он систематически и правильно?
 - 3.2 Существует ли необходимость в каких-либо обновлениях или изменениях?
4. Рассмотрение новых методов или процедур, представленных в SG-ASAM
5. Рекомендации Научному комитету
6. Принятие отчета
7. Закрытие совещания.

Список документов


Подгруппа по акустической съемке и методам анализа
(Циндао, Китайская Народная Республика, 8–11 апреля 2014 г.)

- | | |
|----------------------|---|
| SG-ASAM-14/01 | Collection, processing and potential use of sonar data from krill fishing vessels
G. Skaret (Norway) and M.J. Cox (Australia) |
| SG-ASAM-14/02 Rev. 1 | Background for evaluation of the suitability of the software suite Large Scale Survey System (LSSS) for inspection and processing of acoustic data from krill fishing vessels
G. Skaret and R.J. Korneliussen (Norway) |
| SG-ASAM-14/03 Rev. 1 | Report of acoustic survey of Antarctic krill using FV <i>FUKUEI-MARU</i>
K. Abe, Y. Takao and T. Ichii (Japan) |

Проект технической инструкции по настройке прибора Simrad ES60 для регистрации данных в открытом океане

В данном наборе инструкций объясняется, как следует настраивать эхолот Simrad ES60 с частотой 38 кГц и с шириной луча 7° для регистрации данных в ходе акустических разрезов.

Системные требования

- Simrad ES60, использующий версии программ 1.4.xx или более новые;
- внешний жесткий диск USB;
- клавиатура с клавишей Windows  (только на очень старых клавиатурах нет такой клавиши);
- мышка, подсоединенная к компьютеру ES60;
- GPS, подсоединенная к ES60.

Системные установки

- установите данные для регистрации в папке на внешнем жестком диске USB;
- установите мощность на 2 000 Вт, а длительность импульсов на 1.024 мс;
- установите диапазон отображения: 0–1 000 м;
- установите нижний уровень дальности обнаружения на 5–1 000 м;
- установите часы на компьютере ES60 на время в UTC и перенастройте по источнику времени GPS;
- перенесите данные из порта в порт.

Если вы не знаете, как откорректировать эти установки, подробная информация о настройках приводится ниже (шаги 1–6).

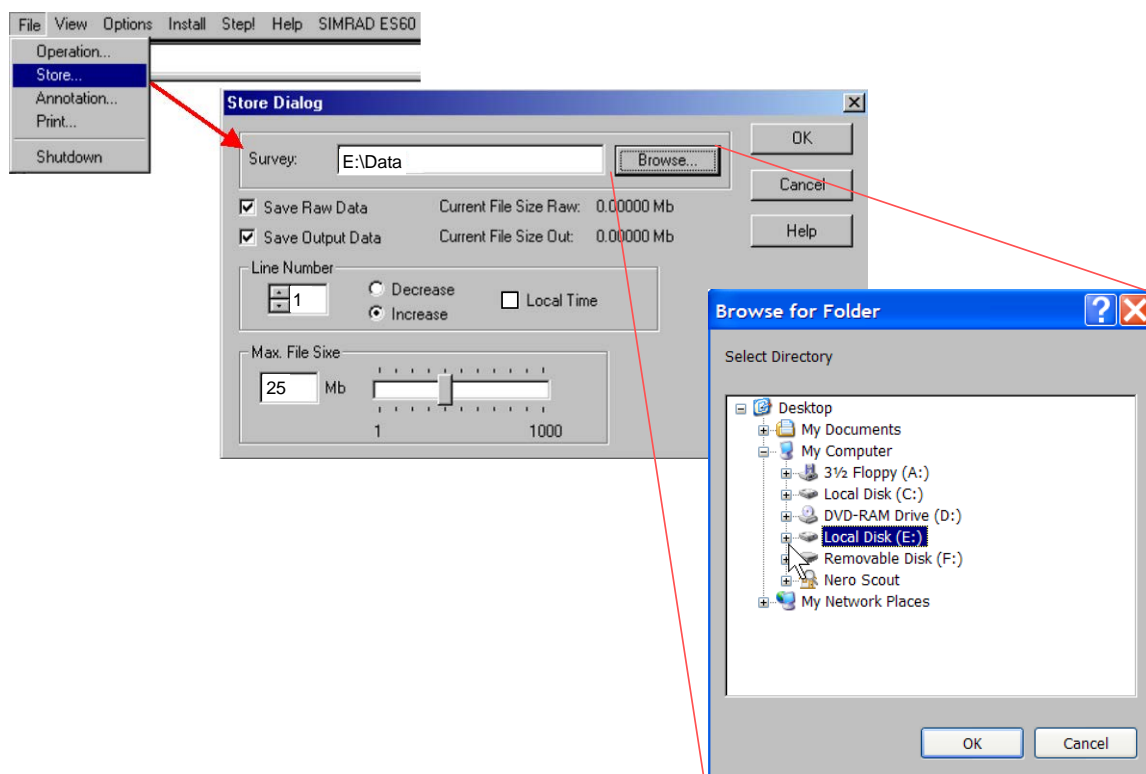
Благодарность

Районы, где работают промысловые суда, и путь, проделанный, чтобы туда попасть, дают уникальную возможность для сбора данных. Собранные информация составляет часть ценного набора данных, помогающего нам больше узнать о промысле криля.


Благодарим вас за то, что вы нашли время зарегистрировать эти данные.

1. Установка каталога логирования

В левом верхнем углу экрана ES60 щелкните на кнопку "File/Store", а затем на кнопку "Browse", чтобы переместиться на подсоединенный внешний жесткий диск и выбрать подходящую папку для регистрируемых данных. Установите размер файла на 25 МБ и уберите галочку из клетки с надписью "Local time" (местное время).



Подсказка: буквой для обозначения диска USB наверняка не будет С и вряд ли будет D; скорее всего для большинства установок это будет E. В предоставляемых дисках скорее всего имеется папка \Data. Если она там есть, откройте эту папку, т. е. E:\Data*.

Подсказка: Если вам нужно создать каталог логирования, нажмите на клавиатуре клавишу Windows () и одновременно нажмите E. Это откроет Windows Explorer (Проводник). Здесь вы сможете найти путь к жесткому диску USB и создать папку для регистрации данных.

Подсказка: Нажмите клавишу "Alt" и, удерживая ее, нажмите клавишу "Tab". Это вернет вас в пакет программ ES60.

* Для ES70 и EK60 рекомендуется, чтобы судно использовало свой позывной как расширение имени файла для регистрируемых данных.

2. Настройки мощности и длительности импульса эхолота

В верхней части экрана ES60 щелкните правой клавишей мышки на "38 kHz", чтобы открыть диалог настроек трансивера. Установите мощность на **2 000 Вт**, а длительность импульса на **1 024 микросекунд** и нажмите ОК.


3. Установка диапазона отображения

Установите диапазон отображения в пределах 0–1 000 м, щелкнув правой клавишей мышки с правой стороны экрана ES60.

4. Установка нижнего уровня дальности обнаружения

Установите нижний уровень обнаружения так, чтобы он начинался с 5 м и заканчивался на 1 000 м. Примечание: если этот показатель нужен для навигации, необходимо переустановить настройку глубины.

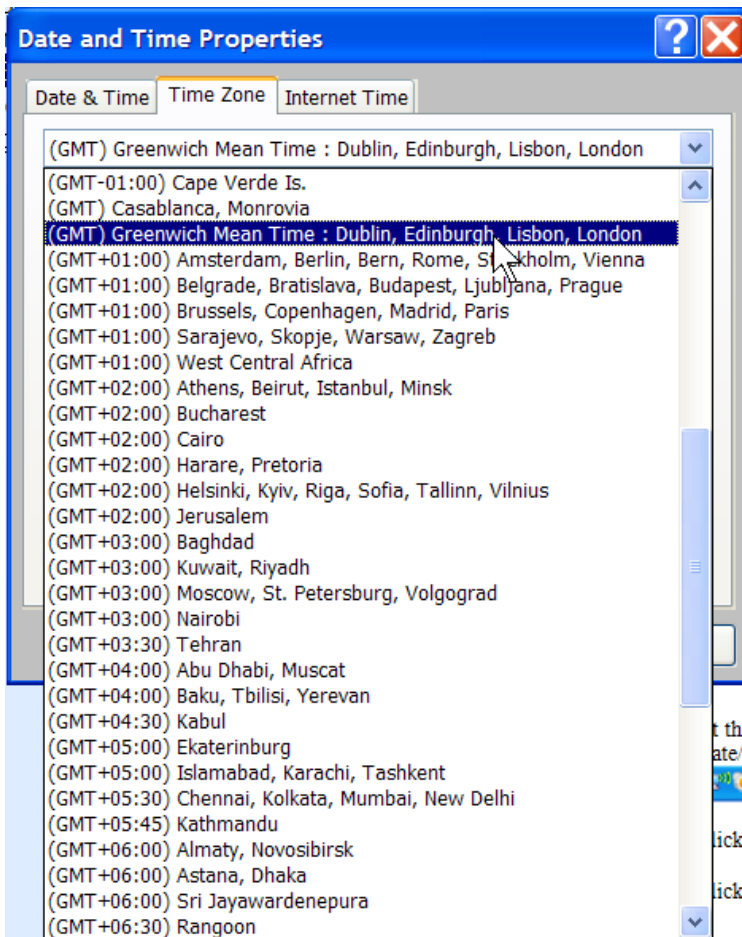
5. Установка компьютерных часов ES60 на UTC

Нажмите клавишу Windows () и, удерживая ее, нажмите M для перехода на рабочий стол компьютера ES60.

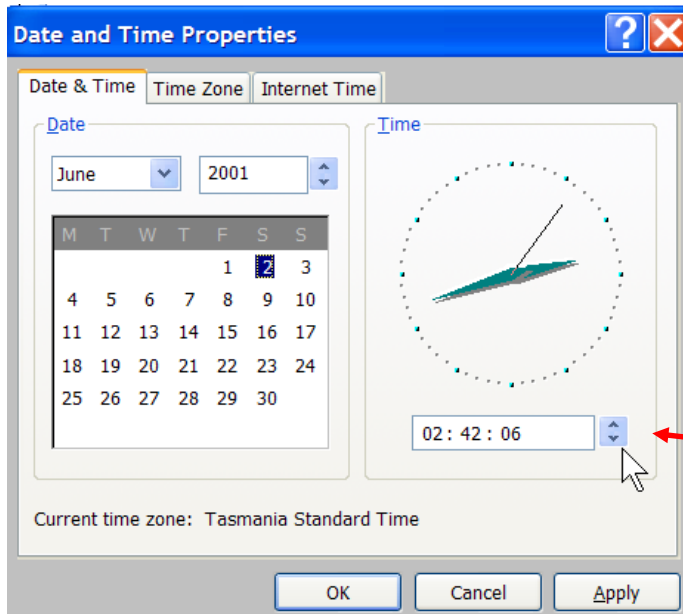
В правом нижнем углу экрана дважды щелкните на индикацию времени, чтобы открыть диалог "Date/Time" (дата/время).



Щелкните на вкладку "Time Zone" (часовой пояс). Выберите в отборочном списке GMT и нажмите на ОК.

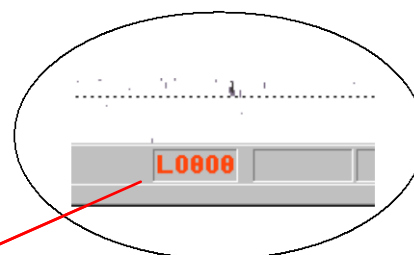
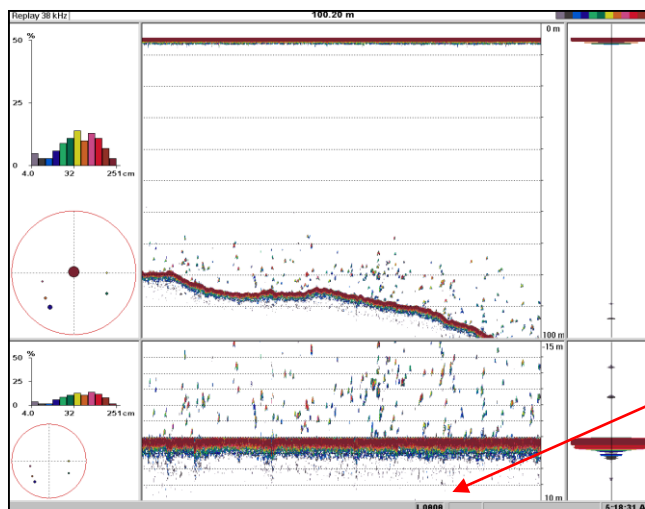


Щелкните на вкладку "Date & Time" (дата и время). Переустановите время, чтобы оно соответствовало времени UTC по показанию GPS.



6. Начинайте регистрацию данных

"Alt-Tab" вернет вас в пакет программ ES60. Внизу справа щелкните на надпись "L000..". Она должна из черной превратиться в красную, показывая, что регистрация данных началась.



Выключите другие акустические приборы при регистрации на разрезах во избежание нежелательных помех.

Подсказка: Перенесите данные из порта в порт. Это исключает риск забыть начать регистрацию при входе в глубокие воды.

Пример определения эффективности работы системы эхолотов на основе сравнения участков морского дна

Когда морское дно попадает в диапазон работы эхолота, можно определить среднюю силу обратного объемного рассеяния от морского дна (S_v , UNITS: дБ на 1 м^{-1}). На рис. А1 сетка интеграции установлена на 10 импульсов вдоль разреза и с вертикальным размером клетки 2 м. В программе Echowiew v5.4 (Mugaх, Австралия) использовался "выбор максимальной кривой S_v " для выявления линии границы морского дна (рис. Е1, линия морского дна) и второй линии, смещенной на 10 м от границы морского дна (рис. Е1, смещенная линия морского дна). Сетка интеграции привязана к границе морского дна.

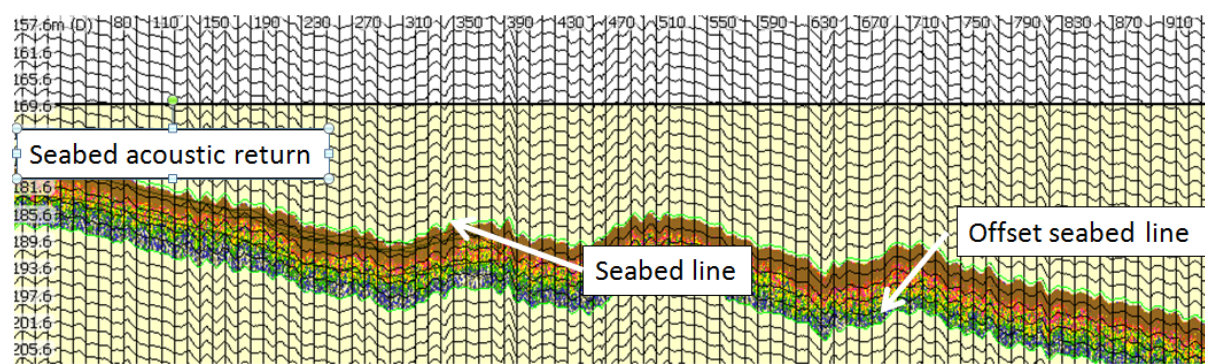


Рис. Е1: Пример эхограммы морского дна, полученной калиброванным научным эхолотом ЕК60, работающим на частоте 38 кГц с сеткой 10 импульсов на 2 м, привязанной к линии морского дна. Предельное значение, показанное на эхограмме, составляло $-80 \text{ дБ на } 1 \text{ м}^{-1}$.

Результаты интегрирования эхо-сигнала составили 477 клеток, находящихся в пределах изолированного участка морского дна. Эти клетки имели диапазон $-65.7 \dots -5.5 \text{ дБ на } 1 \text{ м}^{-1}$ и бимодальное распределение (рис. Е2).

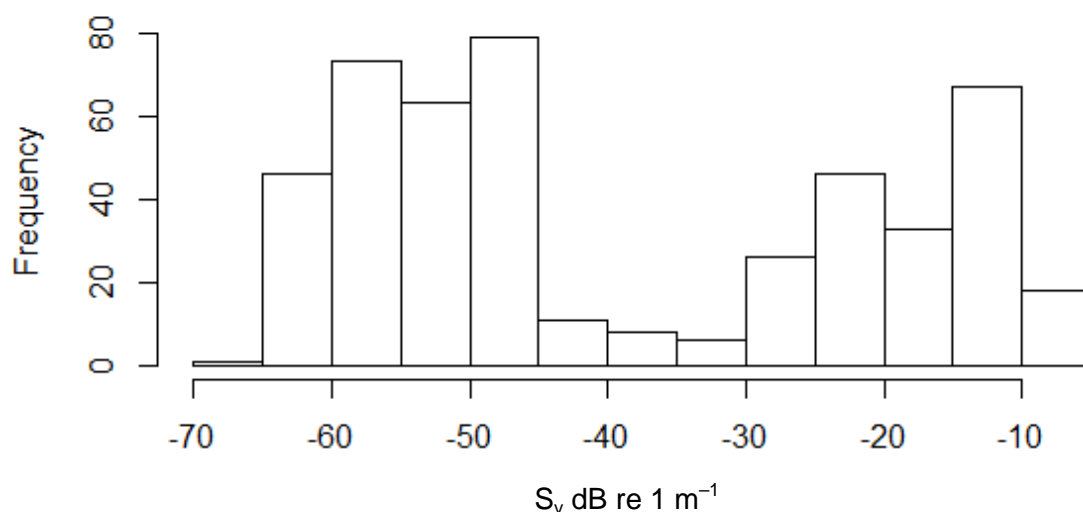


Рис. Е2: Результаты интегрирования эхо-сигнала в районе морского дна, показанном на рис А1.

В качестве предварительного исследования того, как размер клетки интегрирования воздействует на распределение значений S_v , морское дно было повторно экспортировано с использованием сетки 20 импульсов на 2 м. Большой разницы между интервалами интегрирования 10 и 20 звуковых импульсов не было (двухвыборочный критерий Колмогорова-Смирнова, $D = 0.02$, p -значение = 0.9).

Сравнение между различными судами

Отраженные от морского дна эхо-сигналы с двух судов можно сравнить путем наложения графиков кумулятивных частотных распределений каждого судна один на другой. Для иллюстрации этого метода с двух судов были получены смоделированные данные S_v (рис. F1). Эти смоделированные значения были взяты из нормального распределения, причем смоделированные данные у судна X имели среднее = -70 дБ на 1 м^{-1} и среднее стандартное отклонение 5 дБ на 1 м^{-1} , а у судна Y среднее = -50 дБ на 1 м^{-1} и стандартное отклонение 10 дБ на 1 м^{-1} . В верхней части рис. F1 100 случайно выбранных гистограмм представляют собой смоделированные данные, полученные каждым судном, а в нижней части показано эмпирическое кумулятивное распределение (ECDF) смоделированных данных S_v морского дна для каждого судна.

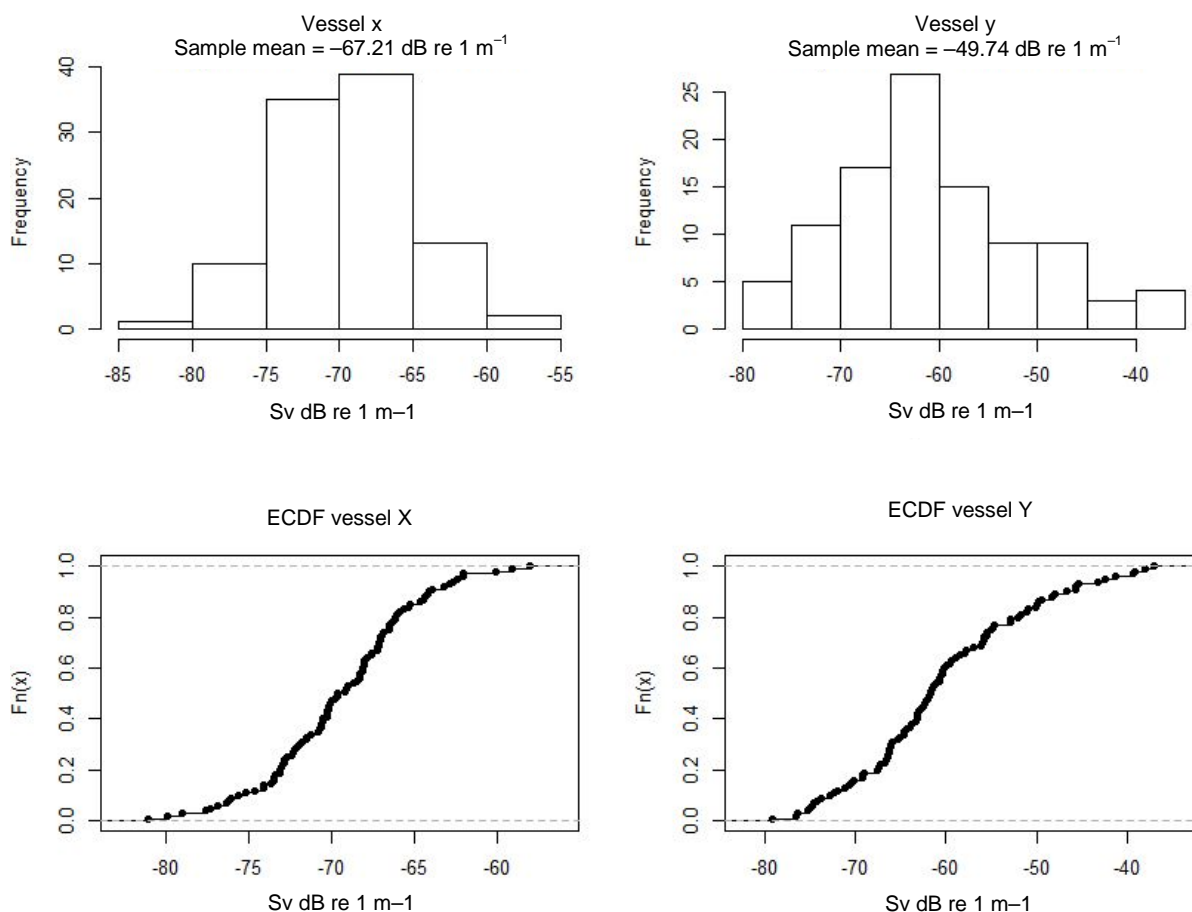


Рис. F1: Сравнение между судами с использованием отраженных от морского дна эхо-сигналов. В верхней части – распределение смоделированных данных S_v по двум судам, а в нижней – функция эмпирического кумулятивного распределения для каждого судна.

ECDF для каждого судна затем накладывается одно на другое (сплошная черная линия, рис. F2). Полученную линию можно потом использовать для переноса значений S_v с судна на судно. Эта процедура более или менее соответствует процедуре, описанной в

работе Cox et al. (2010). После нанесения на график эту кривую можно использовать для переноса значений S_v с судна на судно. На рис. F2 $S_v = -70$ дБ на 1 м^{-1} с судна X перенесена на судно Y, что дает перенесенное $S_v = -63$ дБ на 1 м^{-1} . Неопределенность в графике ECDF может быть представлена путем повторной выборки значений S_v , полученных каждым судном. На рис. F2 повторная выборка смоделированных данных S_v проводилась (с замещением) 100 раз, а нанесением ECDF на график повторялось для каждой повторной выборки (серые линии на рис. F2).

R-код для нанесения ECDF на график имеется на веб-странице э-группы SG-ASAM.

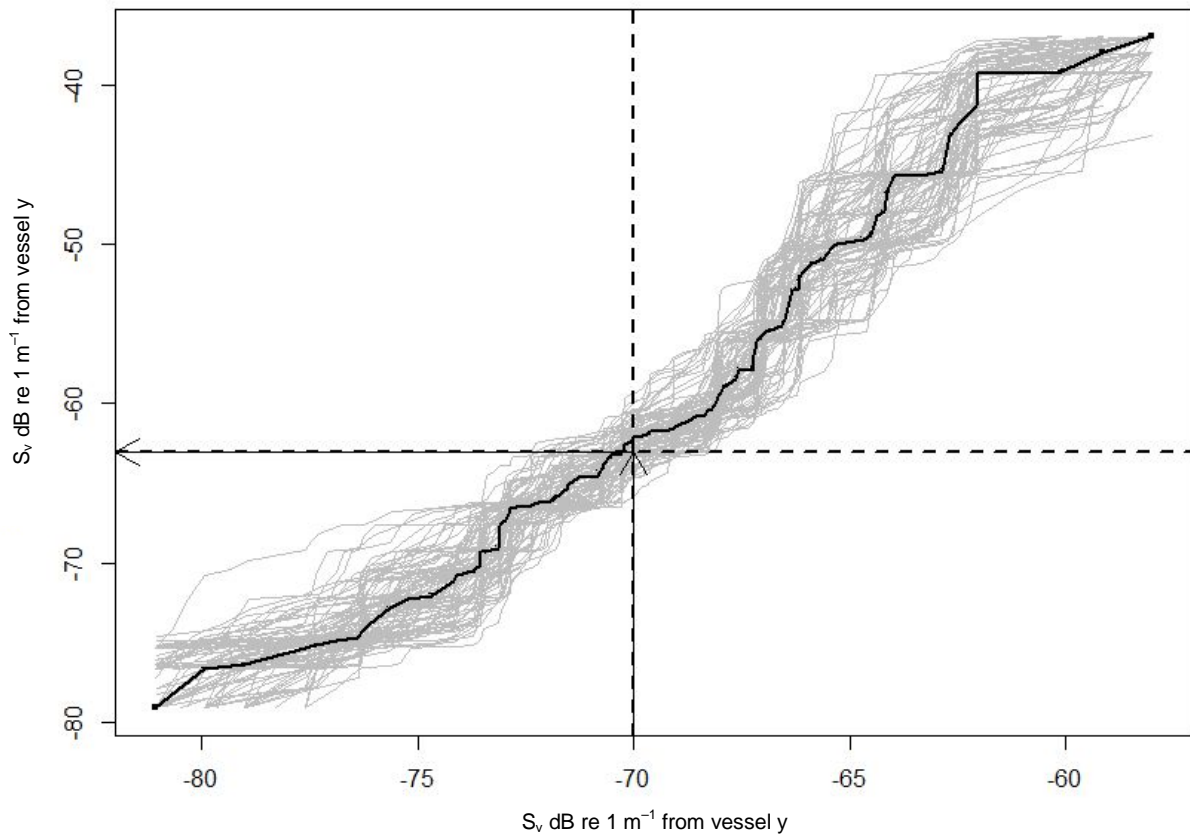


Рис. F2: Пример графика функции эмпирического кумулятивного распределения. На графике ECDF показаны в виде сплошной черной линии. Пунктирными линиями и стрелками показан перенос $S_v = -70$ дБ на 1 м^{-1} с судна X на судно Y. Серыми линиями показаны результаты нанесения на график ECDF на основе 100 повторных выборок данных S_v .