ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Государственный научный центр Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»
Камчатский филиал

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по организации проведения количественного учета производителей тихоокеанских лососей в реках Камчатки при помощи гидроакустических комплексов

Петропавловск-Камчатский
2026

УДК 639.2.053:597.552.511(076.5)
ББК 28.693.32
М54

Малых К.М., Демченко Д.В., Сошин А.В., Адамов А.А., Субботин С.И., Кондрашенков Е.Л., Нагорнов А.А., Коваленко М.Н.

М54 Методическое пособие по организации проведения количественного учета производителей тихоокеанских лососей в реках Камчатки при помощи гидроакустических комплексов. Методическое пособие. Петропавловск-Камчатский: Камчатский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» (КамчатНИРО), 2026. 38 с. — Научное электронное издание сетевого распространения: http://www.kamniro.vniro.ru/publishing/kamniro/metodicheskoe_posobie_po_gidroakusticheskomu_uchetu_lososej_na_kamchatke.

ISBN 978-5-902210-50-4

Методическое пособие разработано по результатам анализа собранных материалов по организации и проведению гидроакустических съемок и количественной оценке производителей тихоокеанских лососей на внутренних водоемах Камчатки с использованием современных гидроакустических средств. В пособии представлены описание и технические характеристики используемых комплексов, даны рекомендации по настройке и обслуживанию приборов, обработке эхограмм, указаны требования техники безопасности при эксплуатации.

Методическое пособие предназначено для научных сотрудников, занятых на проведении научно-исследовательских работ по количественному учету производителей тихоокеанских лососей в реках Камчатки гидроакустическим методом, а также в качестве методического пособия для студентов по специальностям «Водные биоресурсы», «Промышленное рыболовство» и др.

Работа выполнена в Камчатском филиале Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО).

УДК 639.2.053:597.552.511(076.5)
ББК 28.693.32

Утверждено к изданию Ученым Советом Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (КамчатНИРО), протокол № 3 от 27.01.2021

Рецензент: заведующий лабораторией промысловой гидроакустики, технологий лова и технических средств аквакультуры Тихоокеанского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО), к. т. н. М.Ю. Кузнецов

ISBN 978-5-902210-50-4

© КамчатНИРО, 2026

ISBN 978-5-902210-50-4
9 785902 210504

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4

1. Основные положения количественного учета гидроакустическим методом в горизонтальном тракте 5

2. Технические характеристики гидроакустических рыбоучетных комплексов 8

2.1 Описание комплекса BioSonics DT-X 8

2.2 Описание комплекса DIDSON 9

2.3 Описание комплекса NetCor 10

3. Установка, настройка и обслуживание гидроакустических комплексов 13

4. Программное обеспечение гидроакустических систем 16

4.1 Программное обеспечение комплекса BioSonics DT-X 16

4.2 Программное обеспечение комплекса DIDSON 21

4.3 Программное обеспечение комплекса NetCor 26

5. Основные требования техники безопасности 35

Заключение 36

Список источников 37

© Малых К.М., Демченко Д.В., Сошин А.В., Адамов А.А., Субботин С.И., Кондрашенков Е.Л., Нагорнов А.А., Коваленко М.Н., 2026

ВВЕДЕНИЕ

Гидроакустический метод оценки водных биомасс представляет собой комплексный и многостадийный процесс, основывающийся на фундаментальных физических знаниях о распространении и рассеянии звука в воде, теории эхолокации, теории эксперимента и измерений, современных достижениях радиотехники, гидроакустической и электронно-вычислительной техники, прикладной математики и математической статистики, биологии и рыбохозяйственной науки. Количественная оценка гидробионтов, возможно, является самым важным применением гидроакустики в рыбохозяйственных научных исследованиях. В настоящее время в России использование гидроакустических средств в целях количественного изучения водных биоресурсов ведется в основном на морях с использованием зарубежного оборудования и методик. На внутренних водоемах, включая прибрежные районы морей, исследования практически ограничены качественным описанием динамики распределения наблюдаемого с помощью гидроакустики ресурса или промысловой разведкой.

Для России характерно обилие мелководных водоемов и водотоков с ценным рыбным населением, где вертикальная эхолокация рыб затруднена или невозможна. Этим условиям отвечают внутренние водные объекты Камчатки. Кроме того, при вертикальном тракте эхолокации рыба в приповерхностном слое недоступна для регистрации. Другим критическим допущением данного метода является стационарность восстанавливаемого поля плотности рыбных скоплений на обследованной акватории, т. е. неизменность во времени плотности рыбных скоплений на обследуемой акватории, по крайней мере, за время проведения съемки. Такое допущение совершенно неприемлемо при количественной оценке проходных рыб, поскольку в данном случае необходимо решать задачу регистрации рыб, проходящих через наблюдаемое сечение реки. Решением данной проблемы служит применение стационарных гидроакустических программно-технических комплексов в горизонтальном тракте, для чего в выбранном для наблюдения сечении реки образуется неподвижная зона сканирования (гидроакустический створ), которую пересекает рыба в своем естественном движении, где и происходит ее регистрация.

В отличие от прямых методов учета, связанных с многолетними наблюдениями и большим объемом статистики, проведение эхометрических съемок позволяет получать информацию о пропуске производителей на нерестилища в короткие сроки, что актуально при оперативном регулировании промысла в условиях кратковременного рунного хода, характерного для тихоокеанских лососей, особенно для таких рек, как Камчатка и Озерная, являющихся связующими водотоками с крупнейшими нерестово-выростными водоемами азиатской нерки. Основной целью данной работы является обобщение и распространение опыта применения гидроакустических средств для повышения эффективности оценки численности производителей тихоокеанских лососей в реках Камчатки.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЕТА ГИДРОАКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ТРАКТЕ

Современные гидроакустические средства для количественной оценки и учета рыбных запасов представляют собой автоматизированные системы сбора данных о наличии рыбы в обследуемом районе и статистической обработки получаемой информации. В состав комплекса входят гидроакустическая антенна, эхоинтегратор и компьютер. Сигналы, поступающие от антенны эхолота, проходят первоначальную обработку в эхоинтеграторе, на выходе которого формируется сигнал, мощность которого пропорциональна количеству рыбы, затем информация передается на компьютер, обеспечивающий сбор и запись данных. При плотных скоплениях рыбы, когда эхосигнал создается одновременно несколькими особями, сигнал на выходе интегратора оказывается пропорциональным не фактическому числу рыб, а лишь примерно квадратному корню из этого числа. Поэтому выходные сигналы обрабатываются с помощью ЭВМ, после чего окончательный результат, содержащий сведения о количестве рыбы на единицу площади, выводится на экран или записывается в память компьютера.

Общая схема применения метода представлена на рисунках 1.1 и 1.2. При размещении нескольких гидроакустических комплексов в выбранном сечении реки необходимо избегать перекрытия зон сканирования отдельных регистраторов. Это позволяет устранить возможную регистрацию одной цели несколькими регистраторами и, как следствие, исключить кратный учет прошедших рыб.

Основной трудностью регистрации множества единичных объектов является неопределенность принадлежности полученной информации тому или иному объекту, т. е. возможное появление ложных целей или потеря истинных (рис. 1.3).

При движении одного объекта, оставляющего зашумленные следы, восстановление траектории не вызывает затруднения. Если движется группа объектов, то число вариантов

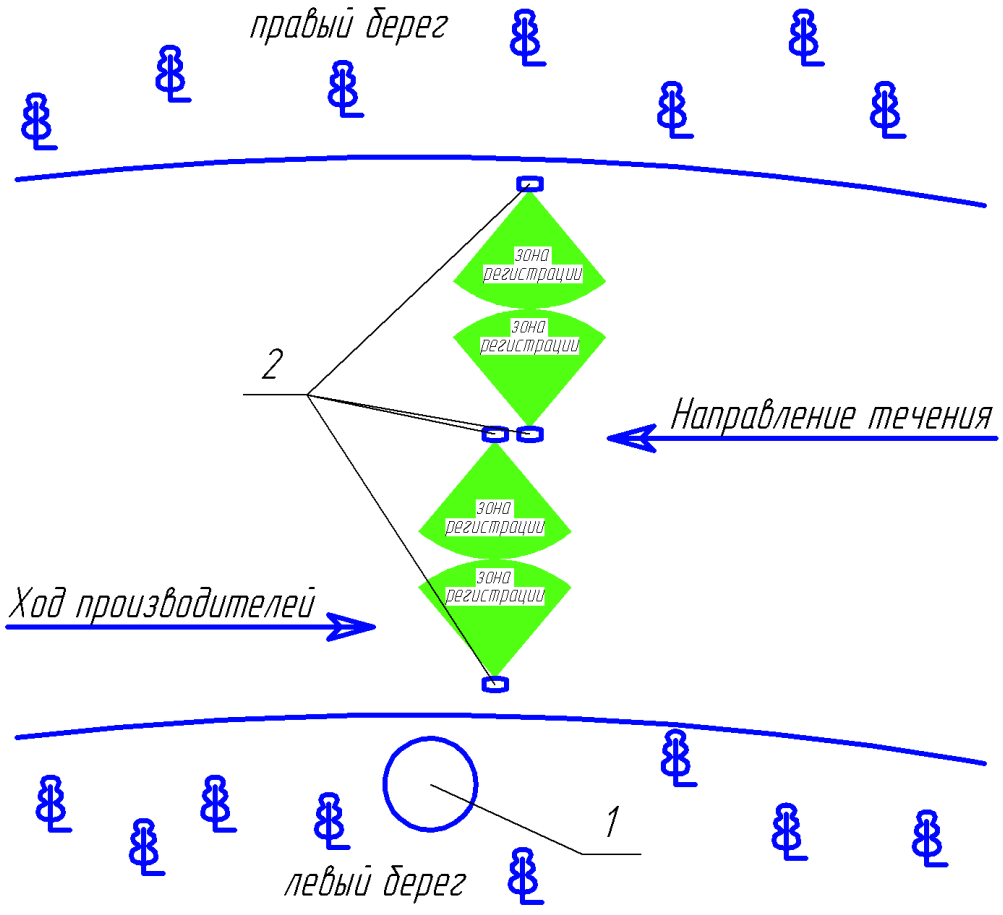

Рис. 1.1. Общая схема применения гидроакустического метода. 1 — береговая контрольно-измерительная система; 2 — гидроакустические излучатели и их зона регистрации

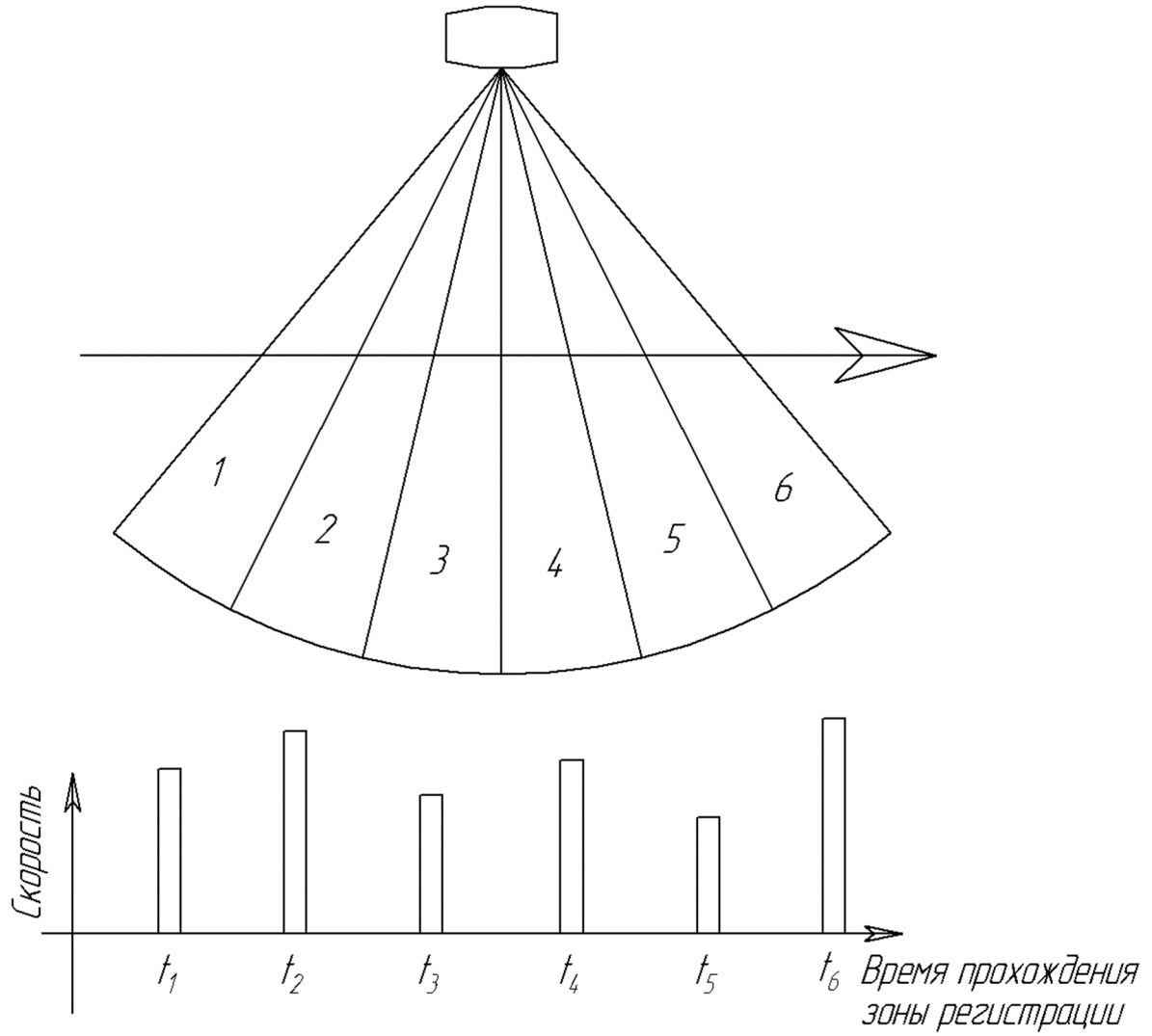

Рис. 1.2. Схема движения цели через многолучевую зону регистрации (в допущении движения рыбы, близкого к горизонтальному)

объединения регистраций, относящихся к одному объекту, растет экспоненциально с увеличением числа циклов наблюдения и числа регистраторов, что делает задачу корректной интерпретации числа регистраций в число прошедших объектов сложной.

Применительно к варианту расположения гидроакустических регистраторов в линию, возможная неразрешимость групповых целей хорошо иллюстрируется ситуацией, представленной на рисунке 1.4. Суммарный сигнал от рыб P_1 и P_3, находящихся у края зон регистраций антенн A_1 и A_2, будет неотличим от эхосигнала рыбы P_2, находящейся в зоне совместной регистрации.

Смысл алгоритма интерпретации полученных регистраций групповых целей в численность прошедших рыб состоит в том, что если $A = \{a_1,\cdots,a_N\}$ — совокупность по N точкам, где a — параметр закона движения $x(t) = f(t, a)$, и $K = \{x_1(t_q),\cdots,x_N(t_q)\}$ — совокупность измеряемых значений в момент $t_q(q = 1,\cdots,Q)$, и — зашумленная совокупность, то должен существовать алгоритм δ, который восстанавливает A по $\bar{K}_1,\cdots,\bar{K}_q$. С увеличением числа циклов регистрации и числа позиций регистрации вероятность правильного решения повышается. Однако определение числа циклов регистрации и позиций регистрации, достаточного для представительной интерпретации регистраций в число прошедших рыб, требует построения такого алгоритма на этапе проектирования конкретного экземпляра системы (Дегтев и др., 2012). Такой алгоритм позволит рационально определять количество и расстановку измерителей и определять расположение регистрируемых объектов, в котором наиболее вероятны ошибки.

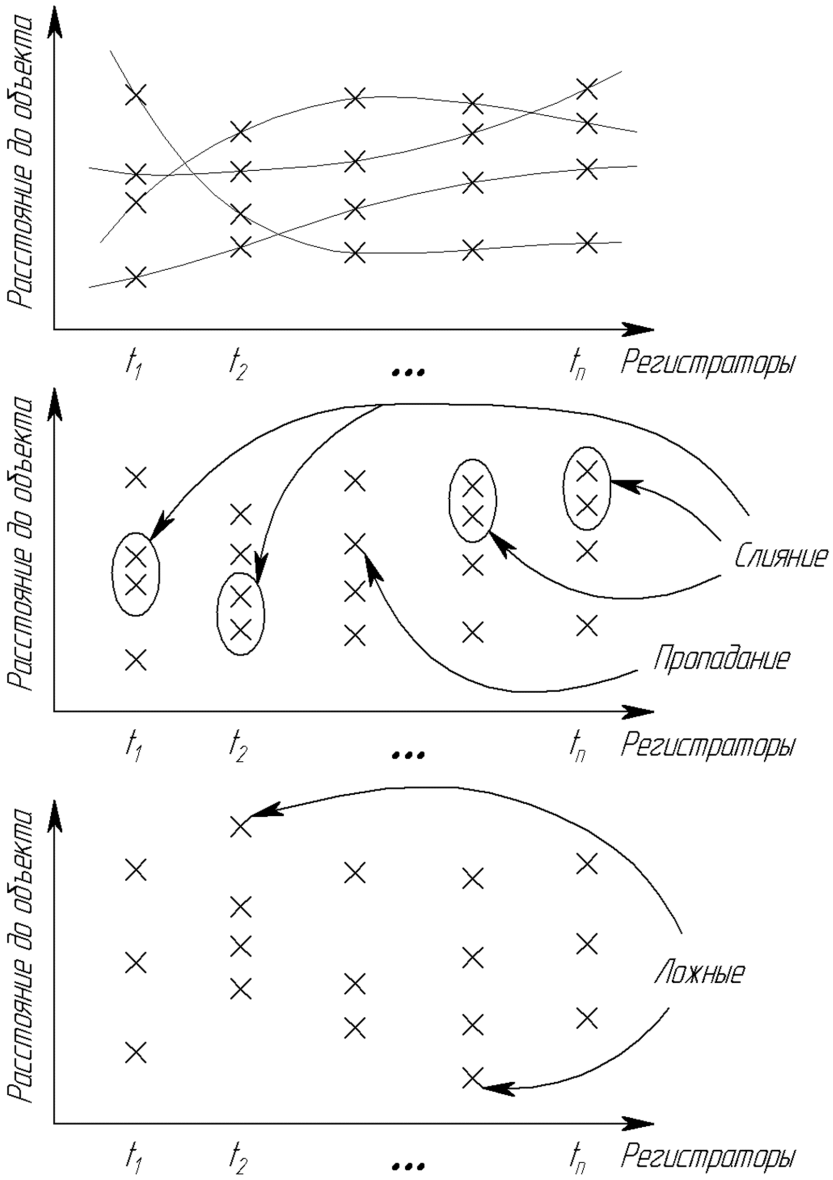

Рис. 1.3. Появление ложных целей или потеря истинных при регистрации группы рыб

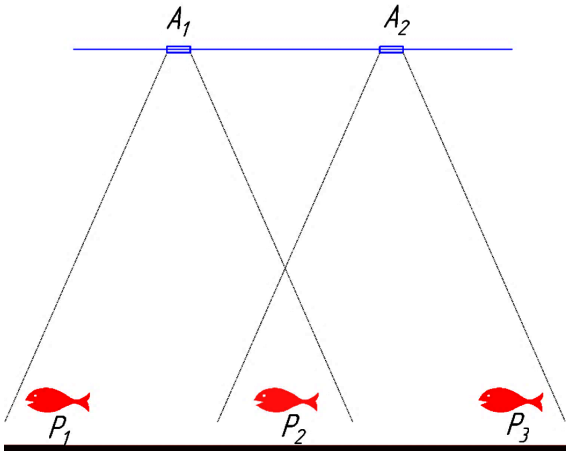

Рис. 1.4. Возможная неразрешимость групповых целей (пояснения в тексте)

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ РЫБОУЧЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

2.1 ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА BIOSONICS DT-X

Гидроакустический комплекс DT-X (BioSonics Inc., США) является цифровым однолучевым эхолотом с технологией расщепленного луча, что при рабочей частоте 120 кГц позволяет регистрировать перемещение одиночных подводных целей на расстоянии до 248 м. Комплекс состоит из излучателя, располагаемого в водотоке и связанного по каналу пакетной передачи данных с береговой компьютеризированной контрольно-измерительной системой (рис. 2.1.1). Акустическое зондирование может осуществляться в горизонтальной плоскости под любым заданным углом к поверхности воды и в вертикальной плоскости в направлении дна или поверхности воды.

Основные характеристики данного комплекса:

- рабочая частота — 120 кГц;
- частота следования посылок — 0,01–30 Гц;
- длительность посылки — 0,1–1,0 миллисекунды;
- дальность регистрации одиночной рыбы — 248 м;
- электрическая мощность на антенне — 100–1000 Вт;
- интегрированный датчик ориентации (направление, крен, дифферент);
- напряжение электропитания 85–264 вольт переменного напряжения или 10–14 вольт постоянного напряжения;
- потребляемая мощность — 30 Вт.

Программное обеспечение комплекса состоит из штатной программы управления и сбора данных в реальном времени Visual Acquisition (BioSonics Inc., США) и программы камеральной обработки данных в отложенном времени Echoview (Echoview Software Pty Ltd, Австралия), устанавливаемых на компьютерах платформы x86–x64 под управлением ОС Windows (Microsoft Corporation, США), отвечающих следующей минимальной конфигурации: ЦПУ Pentium 4, ОЗУ 1 Гб, ПЗУ 120Гб и более, USB-порт, порт LAN.



Рис. 2.1.1. Цифровой однолучевой эхолот DT-X

2.2 ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА DIDSON

Аналоговый 2D-звуковизор DIDSON (рис. 2.2.1) представляет собой устройство для получения изображения объектов при помощи ультразвуковых волн (Терминологический словарь-справочник.., 1989) с использованием электронного преобразователя, позволяющего акустическое изображение в форме пространственного распределения звукового давления представить в виде оптического изображения и выделить не только отметку о направлении объекта, но и его форму (Лекомцев, Титаренко, 2011).

Обнаружение целей звуковизором ведется на частоте 1100 кГц на дистанции до 40 м, идентификация объектов происходит на частоте 1800 кГц, в этом режиме дальность работы ограничена 10 м. Технические характеристики звуковизора DIDSON:

- размерность — 2D;
- рабочая частота — 1100/1800 кГц;
- сектор обзора — 29°×14°;
- ширина луча — 0,4°×14°/0,3°×14°;
- разрешение по дистанции — 1–8 см / 0,25–2 см;
- макс. шкала дистанций — 40/10 м;
- частота кадров — 4–21 Гц;
- потребляемая мощность — 30 Вт;
- напряжение питания — 220 В переменного напряжения или 8 В постоянного напряжения;
- вес в воздухе — 7,9 кгс;
- вес в воде — 1 кгс;
- размеры — 31×21×17 см;
- макс. глубина погружения — 3000 м;
- интерфейс — Ethernet;
- макс. длина кабеля — 61 м (1220 м при доп. питании прибора).

Сбор и обработка данных звуковизора проводятся в штатном программном обеспечении DIDSON Control and Display (Sound Metrics Corp., США), устанавливаемом на компьютере платформы x86–x64 под управлением ОС Windows (Microsoft Corporation, США), отвечающем следующей минимальной конфигурации: ЦПУ Pentium 4, ОЗУ 2 Гб, ПЗУ 1Тб и более, USB-порт, порт LAN.



Рис. 2.2.1. Аналоговый звуковизор DIDSON

2.3 ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА NETCOR

Гидроакустический комплекс NetCor состоит из сети пространственно разнесенных плавучих гидроакустических высокочастотных многолучевых станций, связанных по радиоканалу пакетной передачи данных с береговой компьютеризированной контрольно-измерительной системой. Акустическое зондирование может осуществляться в горизонтальной плоскости под любым заданным углом к поверхности воды и в вертикальной плоскости в направлении дна или поверхности воды. Для передачи цифровых данных по радиоканалу используется беспроводная технология Nanonet, разработанная фирмой Nanotron Technologies Gmbh (Германия).

Основные характеристики комплекса NetCor:

- рабочая частота — 455 кГц;
- электрическая мощность на гидроакустической антенне — 40–80 Вт;
- частота следования посылок — до 12 Гц;
- ширина характеристики направленности одного луча на уровне минус 6 дБ — 10°;
- ширина многолучевого сектора на одной гидроакустической станции — до 80°в плоскости веера лучей;
- максимальная дальность регистрации в горизонтальном режиме одиночной рыбы с силой цели минус 50 дБ — 20 м;
- минимальная дальность регистрации — 0,5 м;
- дистанция устойчивой радиосвязи между гидроакустической станцией и береговой системой — до 200 м, дистанция предельной радиосвязи — до 600 м (в зависимости от уровня помех и типа используемых радиоантенн);
- число плавучих гидроакустических высокочастотных многолучевых станций в сети — до 16.

Автономная гидроакустическая станция состоит из плавучей платформы, источника питания, поворотно-выдвижного устройства (ПВУ), гидроакустической антенны и модуля Slave (рис. 2.3.1).

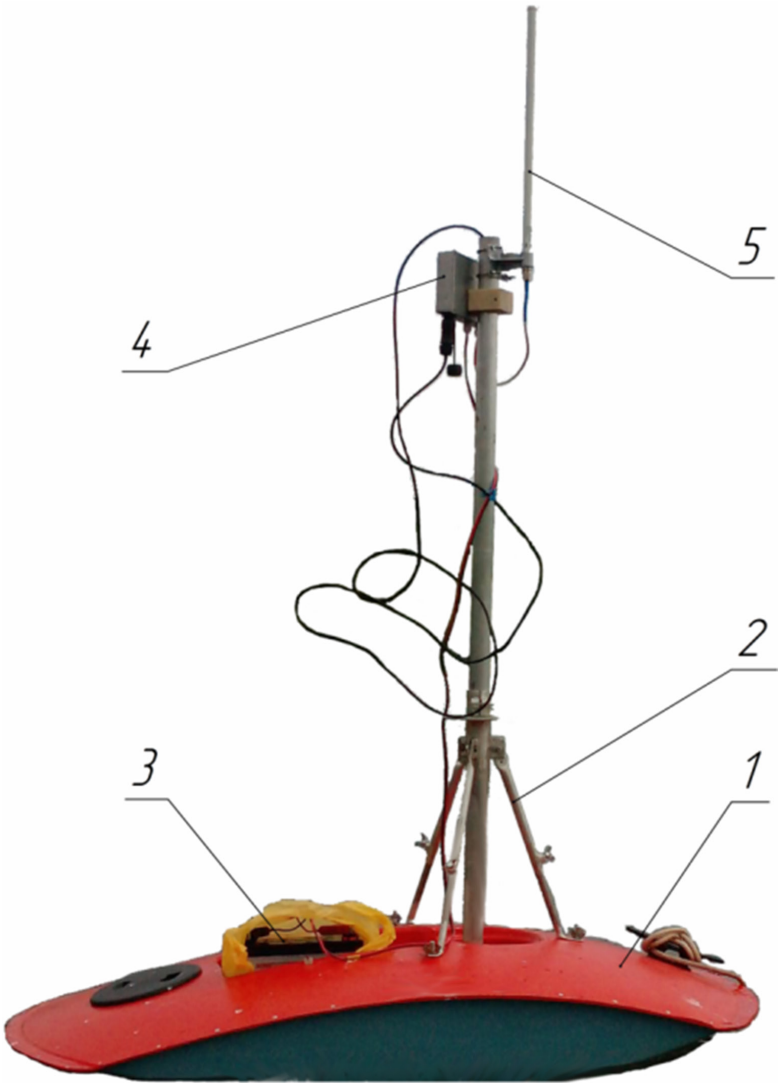

Рис. 2.3.1. Гидроакустическая станция комплекса NetCor: 1 — плавучая платформа; 2 — поворотно-выдвижное устройство; 3 — аккумулятор; 4 — модуль Slave; 5 — ненаправленная радиоантенна

Стеклопластиковая полая плавучая платформа, грузоподъемностью 30 кг, имеет колодец для пропуска ПВУ, самоотливной кокпит для аккумулятора, лючок для доступа внутрь, сапун и устройства для крепления якорных концов. Крепление гидроакустической антенны к ПВУ представлено на рисунке 2.3.2.

Модуль Slave (рис. 2.3.3) состоит из программно-управляемого генератора-приемника, АЦП, радио-приемно-передающего устройства стандарта NanoLoc, ненаправленной радиоантенны. Данный модуль осуществляет гидроакустическое сканирование подводной обстановки и передачу данных в компьютер по радиоканалу. На корпусе гравировкой и наклейкой указан физический номер модуля, установлен разъем гидроакустической антенны, выведен кабель радиоантенны и питания 12 вольт постоянного напряжения.

Для управления сетью плавучих гидроакустических станций и записи данных регистраций гидробионтов на берегу реки оборудуется береговая компьютеризированная контрольно-измерительная система, состоящая из компью-



Рис. 2.3.2. Крепление гидроакустической антенны к ПВУ

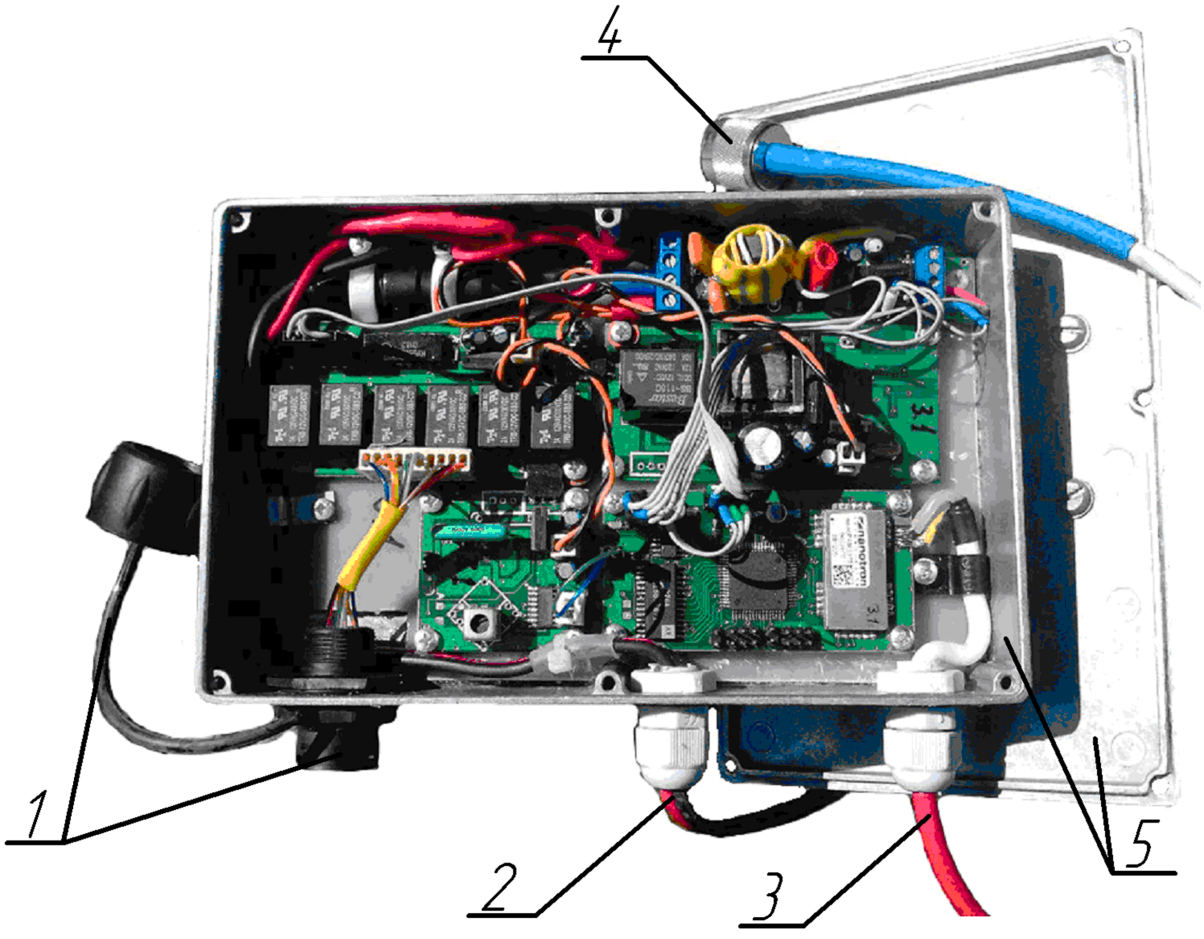

Рис. 2.3.3. Модуль Slave: 1 — разъем и заглушка гидроакустической антенны; 2 — кабель питания; 3 — кабель радиоантенны; 4 — разъем радиоантенны, 5 — корпус и крышка

тера, модуля Master, радиоантенны и элементов питания, которые размещают во влагозащищенном корпусе (рис. 2.3.4).

В качестве компьютера используется любой современный ноутбук платформ x86 или x64, отвечающий следующей минимальной конфигурации: ЦПУ Pentium 4, ОЗУ 256 Мб, ПЗУ 40Гб и более, USB-порт, порт LAN, ОС семейства MS Windows.

Модуль Master — специальное внешнее устройство (рис. 2.3.5), осуществляющее управление сетью гидроакустических станций и прием данных по радиоканалу, подключается к компьютеру по интерфейсу Fast Ethernet. Для питания модуля требуется источник с напряжением 12 вольт постоянного тока. На корпусе гравировкой и наклейкой указан серийный номер комплекса NetCor.

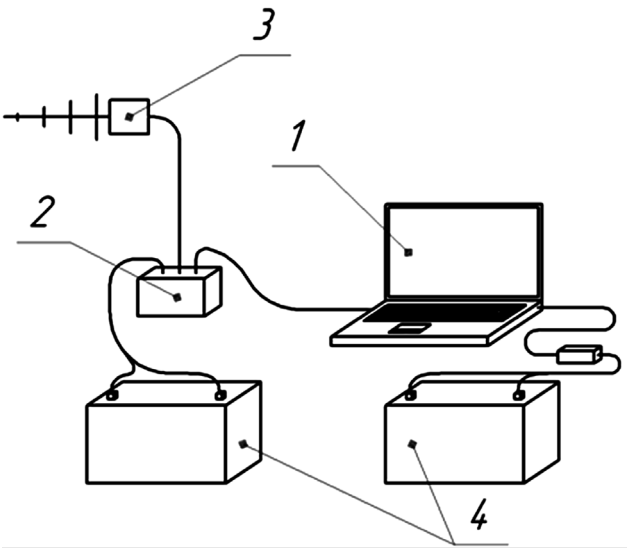



Рис. 2.3.4. Береговая контрольно-измерительная система: 1 — ноутбук; 2 — модуль Master; 3 — направленная радиоантенна; 4 — аккумулятор

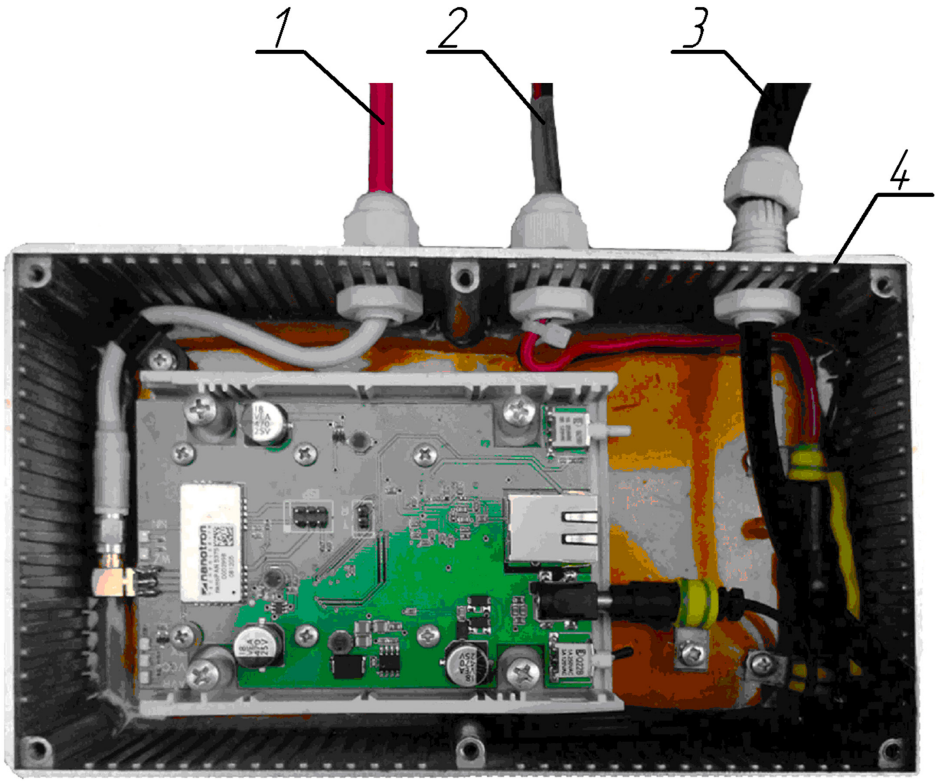

Рис. 2.3.5. Общий вид модуля Master. 1 — кабель радиоантенны; 2 — кабель питания; 3 — витая пара; 4 — корпус

3. УСТАНОВКА, НАСТРОЙКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

В качестве полигона для размещения гидроакустических устройств выбирается участок реки с пологим уклоном дна, что является наиболее подходящими условиями для проведения исследований. Общая схема расположения гидроакустических комплексов при прохождении основных путей миграции тихоокеанских лососей под левым берегом представлена на рисунках 1.1 и 3.1. При прохождении пути миграции лососей под правым берегом соответственно следует изменить схему расположения приборов.

Установка и настройка гидроакустических комплексов включает следующие операции: оборудование береговой контрольно-измерительной компьютеризированной станции; установка радиоантенны в направлении предполагаемого размещения плавучих гидроакустических станций (только для комплекса NetCor); размещение излучателей или плавучих гидроакустических станций; поиск оптимального угла наклона и глубины погружения гидроакустической антенны для более точного распознавания полезного сигнала. Излучатели гидроакустических комплексов BioSonics DT-X и DIDSON устанавливаются на штангах с берега реки (рис. 3.2). Изменчивость гидрологического режима рек вследствие влияния природных факторов значительно снижает чувствительность системы DT-X, что служит поводом для неоднократного определения поправочных коэффициентов силы цели — калибровки. Калибровку эталонной сферой следует проводить по рекомендуемой разработчиком прибора методике. На работу высокочастотного звуковизора DIDSON такое влияние не оказывается, чувствительность приема можно изменять в реальном времени в пределах от 0 до 40 дБ (Enzenhofer, Cronkite, 2005; Holmes et al., 2006), что снижает вероятность потери полезного сигнала от рыб на фоне илистой или песчаной взвеси в воде.

При расстановке плавучих платформ комплекса NetCor на поверхности воды и выборе места оборудования береговой станции ближние платформы необходимо располагать таким образом, чтобы они не являлись препятствием для радиосигнала дальних. Это достигается некоторым смещением береговой станции относительно оси, проходящей через дальнюю и ближнюю плавучие платформы. На рисунке 3.3

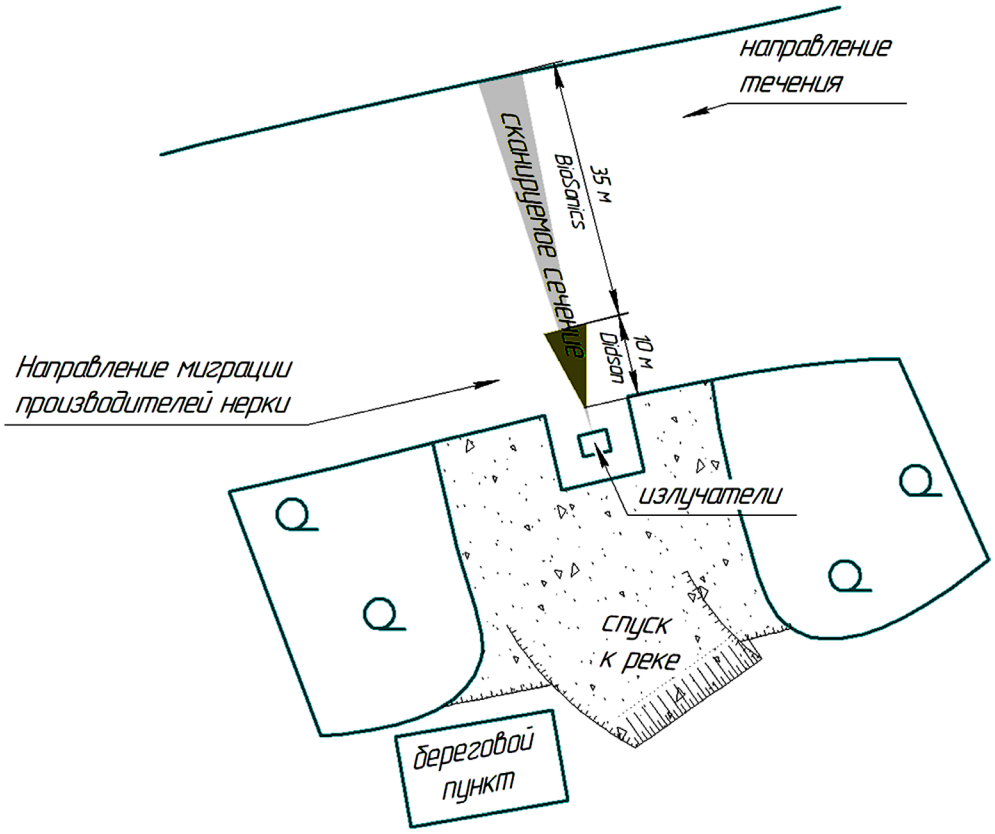

Рис. 3.1. План-схема полигона для работы гидроакустических систем



Рис. 3.2. Расположение излучателей гидроакустических приборов BioSonics DT-X и DIDSON

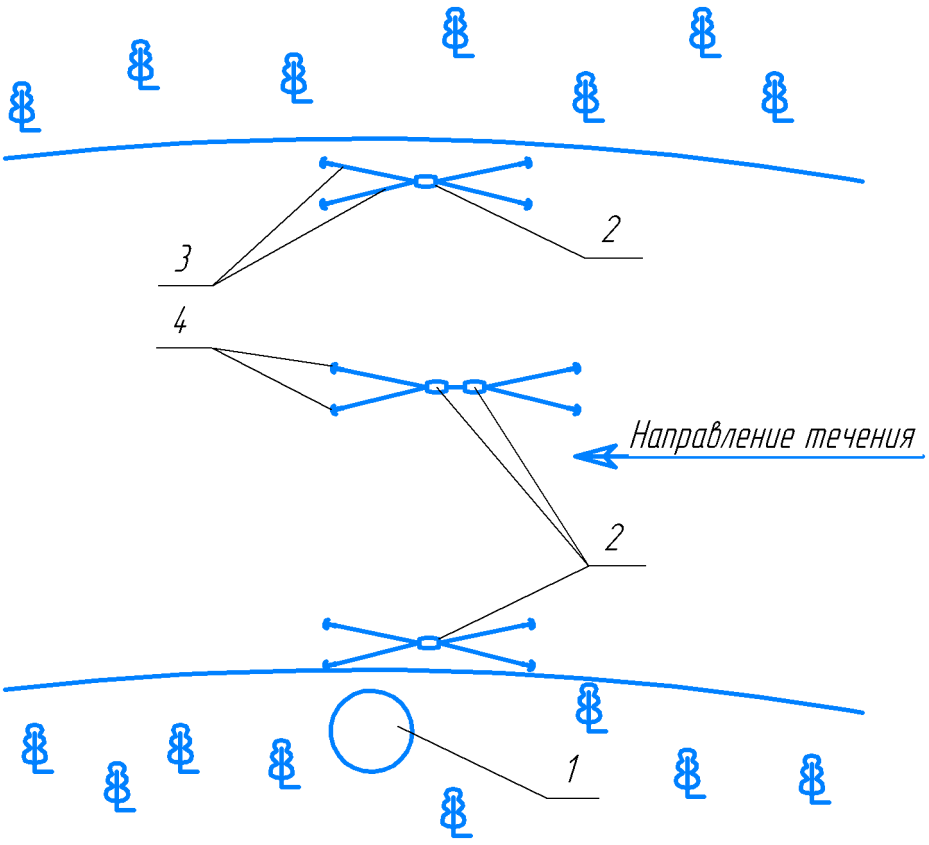

Рис. 3.3. Схема установки гидроакустических станций: 1 — береговая контрольно-измерительная станция; 2 — плавучие гидроакустические станции; 3 — якорные оттяжки; 4 — якоря

представлены базовый вариант расстановки четырех плавучих платформ и место оборудования береговой станции (Малых, Фадеев, 2013).

После определения оптимального расположения станций необходимо отрегулировать угол наклона и глубину погружения гидроакустической антенны для уменьшения шумов от дна или поверхности, которые могут возникнуть после прохождения возле платформы плавсредств, замены аккумулятора или при перепаде уровня воды. На прибрежных платформах излучатель необходимо располагать не заглубляя (рис. 3.4, а); на платформах, размещенных на середине реки, для увеличения зоны регистрации возможно заглубление излучателя на 0,5–1 м (рис. 3.4, б).

Обслуживание комплексов заключается в следующих действиях: замена аккумуляторов или поддержание постоянного электропитания на береговой контрольно-измерительной компьютеризированной станции и плавучих гидроакустических станциях; регулирование угла наклона и глубины погружения гидроакустической антенны для уменьшения шумов от дна или поверхности, которые могут возникнуть при перепаде уровня воды (DIDSON.., 2011); считывание файлов данных регистрации гидробионтов с ПЗУ береговой контрольно-измерительной компьютеризированной станции и их последующая обработка.

Техническими условиями эксплуатации приборов запрещается их работа на открытом воздухе, в связи с чем при падении уровня реки в месте установки излучателей следует своевременно проводить их углубление. По мере наноса на приборы илистых отложений необходимо проводить отключение электропитания и очистку излучающих поверхностей.

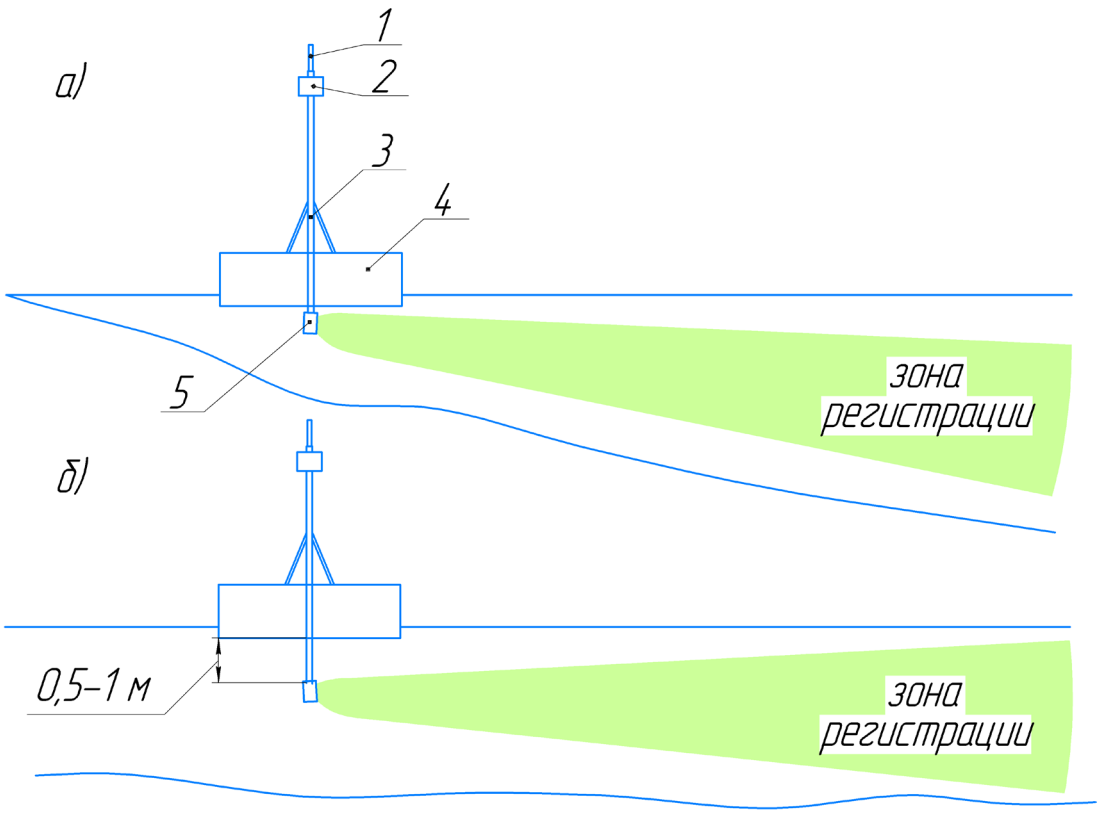

Рис. 3.4. Настройка гидроакустических станций комплекса NetCor. 1 — радиоантенна; 2 — модуль Slave; 3 — поворотно-выдвижное устройство; 4 — плавучая платформа; 5 — гидроакустическая антенна

4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

4.1 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА BIOSONICS DT-X

Разработка методики сбора и обработки эхограмм системой DT-X на р. Озерной проводилась в 2017 г., результаты учета производителей тихоокеанских лососей гидроакустическим методом в 2018 г. на высоком уровне статистической значимости соответствовали результатам визуального счета на рыбоучетном заграждении, расположенном в истоке реки (Малых и др., 2017, 2020).

Сбор данных эхолотом BioSonics осуществляется штатным программным продуктом Visual Acquisition (BioSonics Inc., США). Общий вид программы представлен на рисунке 4.1.1. В основном окне отображается текущая подводная обстановка, в верхнем левом углу окна расположены кнопки управления. После включения электропитания эхолота необходимо вызвать процедуру инициализации прибора, что достигается путем вызова диалогового окна после нажатия кнопки INIT. Завершение инициализации сопровождается звуковым сигналом. Следующим действием является заполнение параметров сбора информации в диалоговом окне, вызываемом кнопкой CONFIG. В настройках программы необходимо задать границы гидроакустического створа (Start Range,

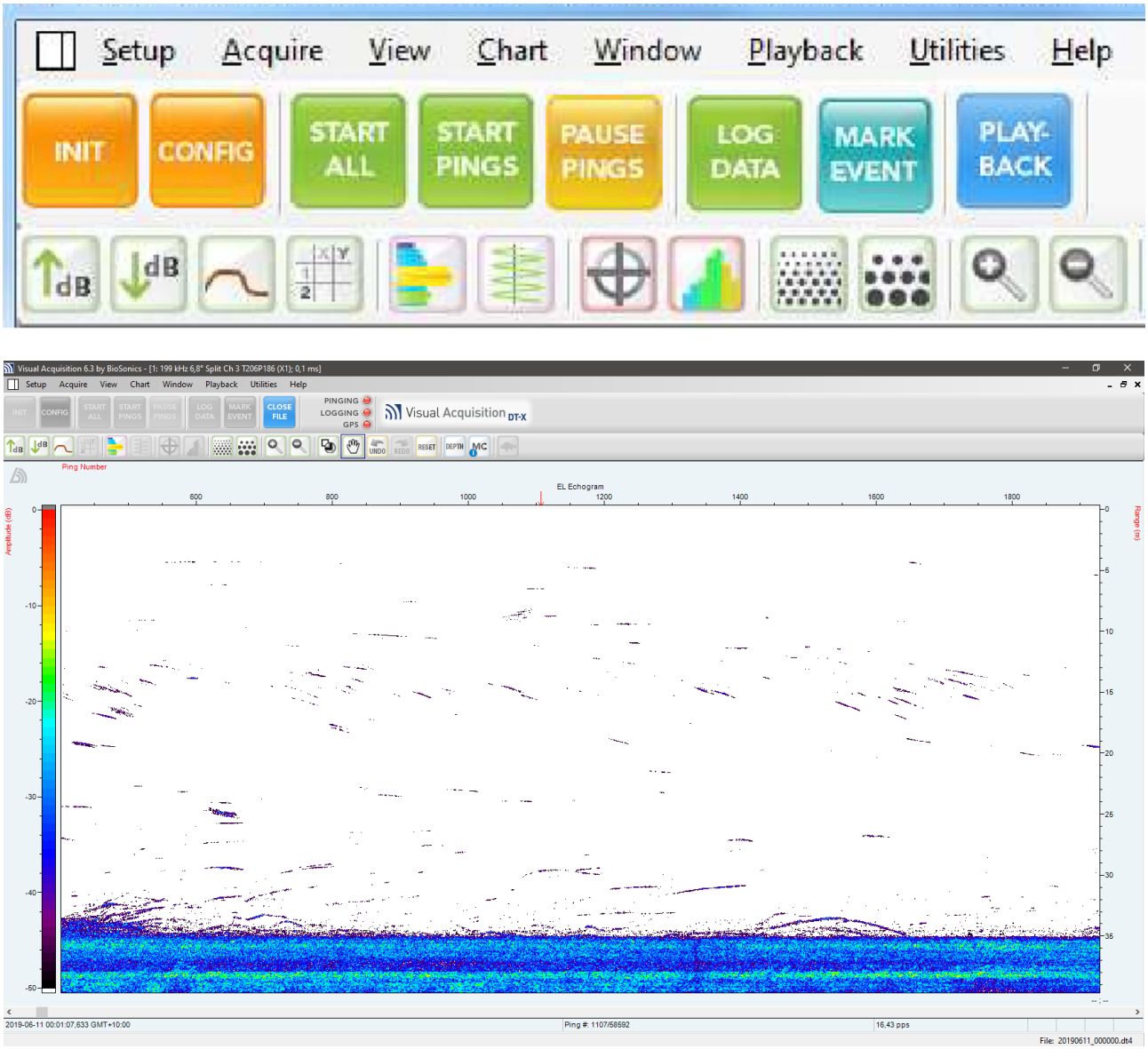

Рис. 4.1.1. Общий вид программы Visual Acquisition

End Range), значения калибровочного коэффициента и нижнего порога собираемых данных. Общие параметры для р. Озерной и пр. Азабачья представлены на рисунке 4.1.2. По результатам экспериментальных работ, а также по согласованию со специалистами фабрики BioSonics (разработчиками эхолота), следует отключить опции Bottom Detection, Echo Detection и AutoTrack Detection, что значительно снизит нагрузку на процессор системы сбора, объем данных, занимающих дисковое пространство и энергопотребление комплекса. После подтверждения ввода параметров производится запуск эхолокации и запись эхограмм нажатием кнопки START ALL.

Обработку накопленных данных рекомендуется проводить каждые 6 или 12 часов работы эхолота в программном продукте Echoview (Echoview Software Pty Ltd, Австралия). Для этого в программе создается проект, в который записывается информация о расположении файлов эхограмм, настройки фильтров движущихся объектов и регистрации рыб (рис. 4.1.3). В блок-схеме потока данных (Dataflow) необходимо добавить переменную “Single Target Detection – split beam (method 1)”, в которой в качестве операндов выступают переменные “TS split beam pings (channel 1)” и “Angular position split beam pings (channel 1)”.

В свойствах переменной “Single Target Detection – split beam (method 1)” необходимо задать параметр регистрации объектов — “Compensated TS Treshold (db)”, равный минус 30 дБ, и выбрать BioSonics из раскрывающегося списка Beam compensation model (рис. 4.1.4).

Для указания границ регистрации на экране (рис. 4.1.3, В) следует воспользоваться инструментом Horizontal band (клавиша 4). Верхней границей обычно служит начало эхограммы, нижней — отраженный сигнал от противоположного берега. Также при помощи горизонтального выделения можно исключить из ана-

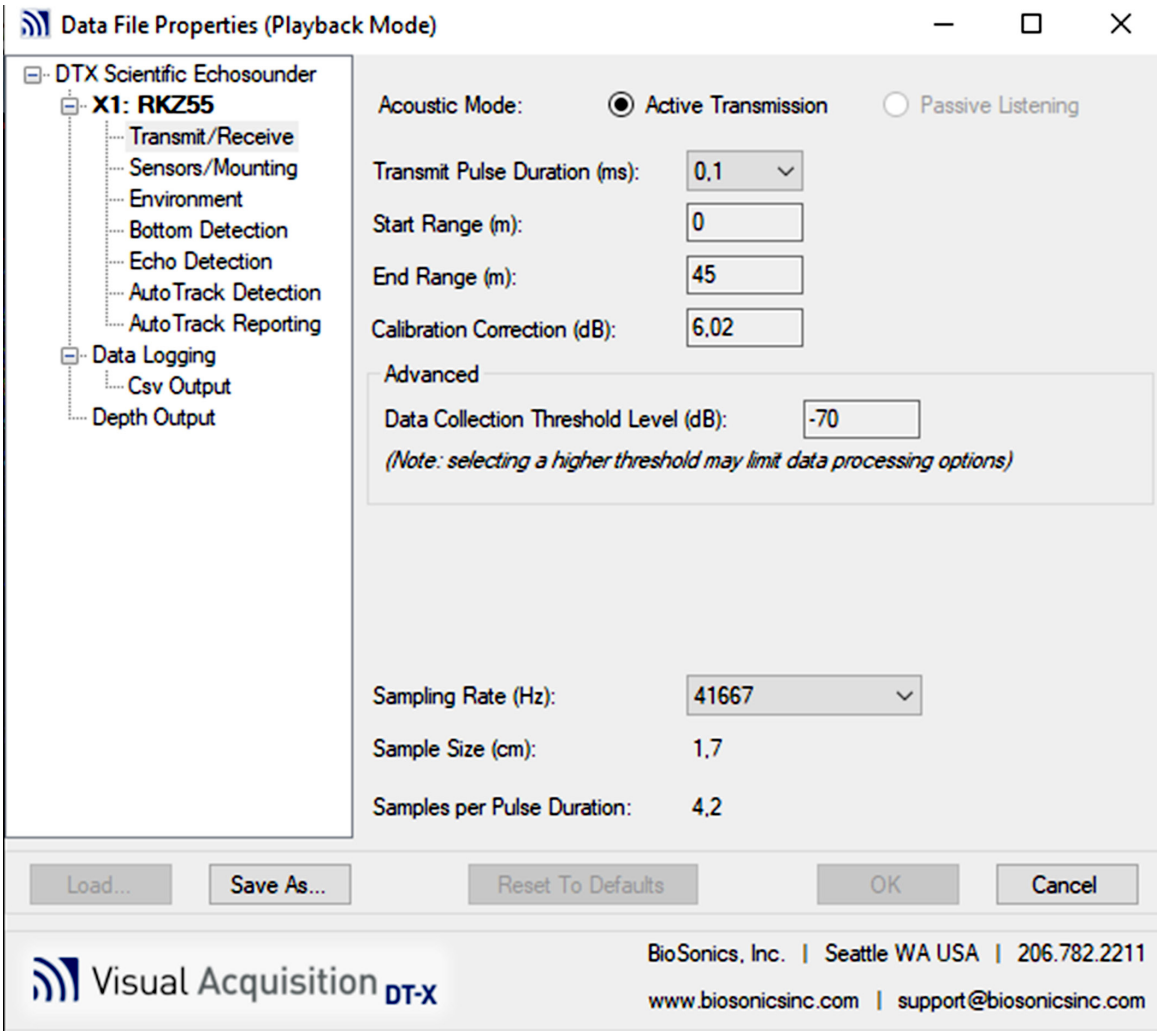

Рис. 4.1.2. Настройки работы эхолота BioSonics

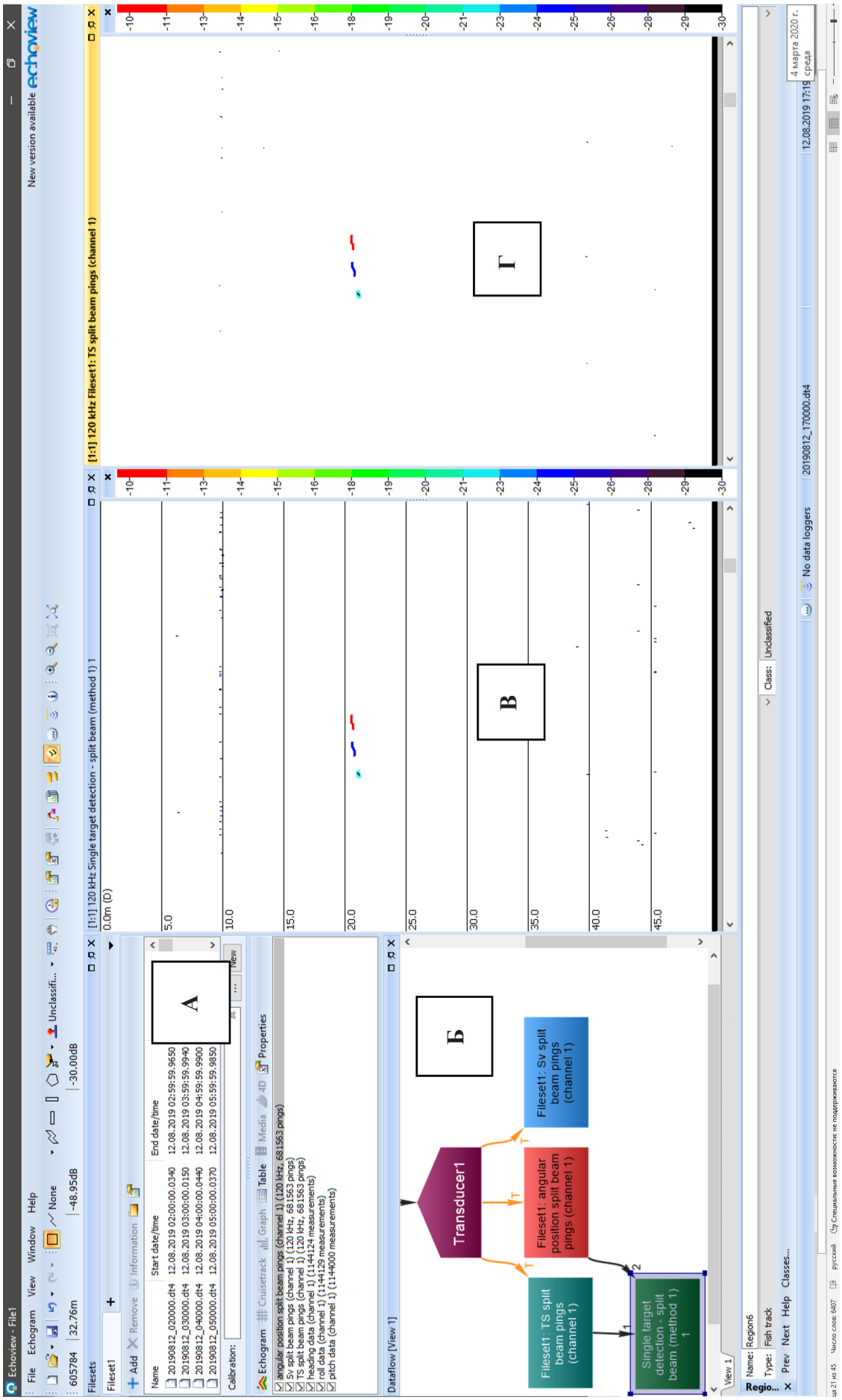

Рис. 4.1.3. Общий вид программы Echoview. А — информация о расположении файлов эхограмм; Б — блок-схема потока данных, переменных и параметров обработки эхограмм; В — отображение зарегистрированных объектов; Г — экран эхограммы

лиза сигналы от неровности рельефа дна или объектов, создающих постоянные помехи. Стоит отметить, что у гидроакустических систем существует «мертвая зона» излучателя на ближней дистанции (рис. 4.1.5), которую необходимо исключать из анализа. При расположении гид-

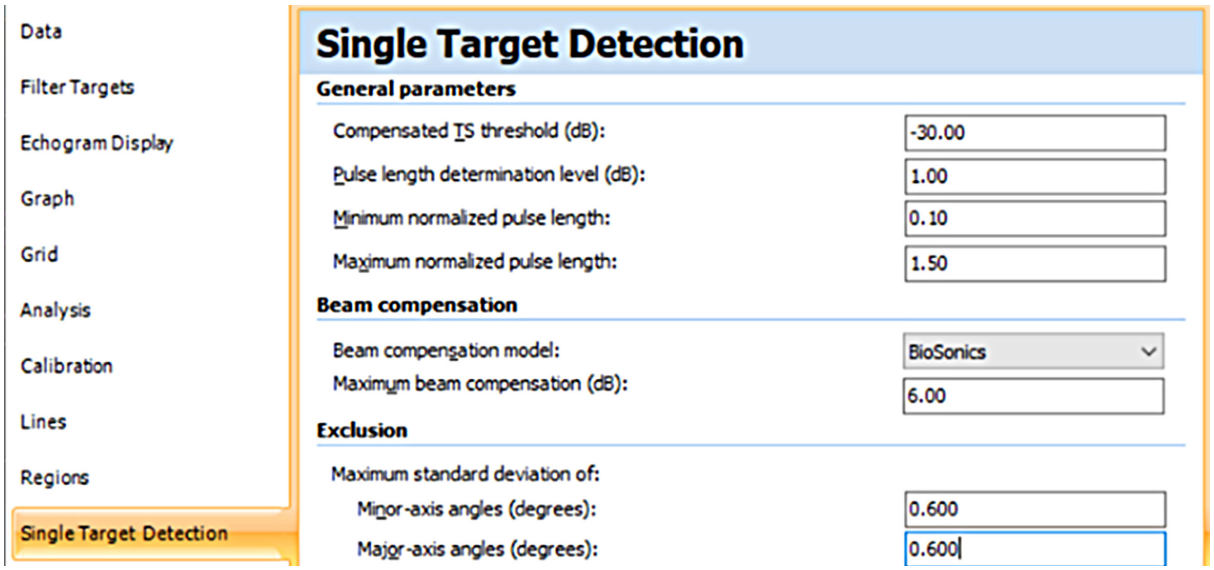

Рис. 4.1.4. Настройки переменной Single Target Detection – split beam

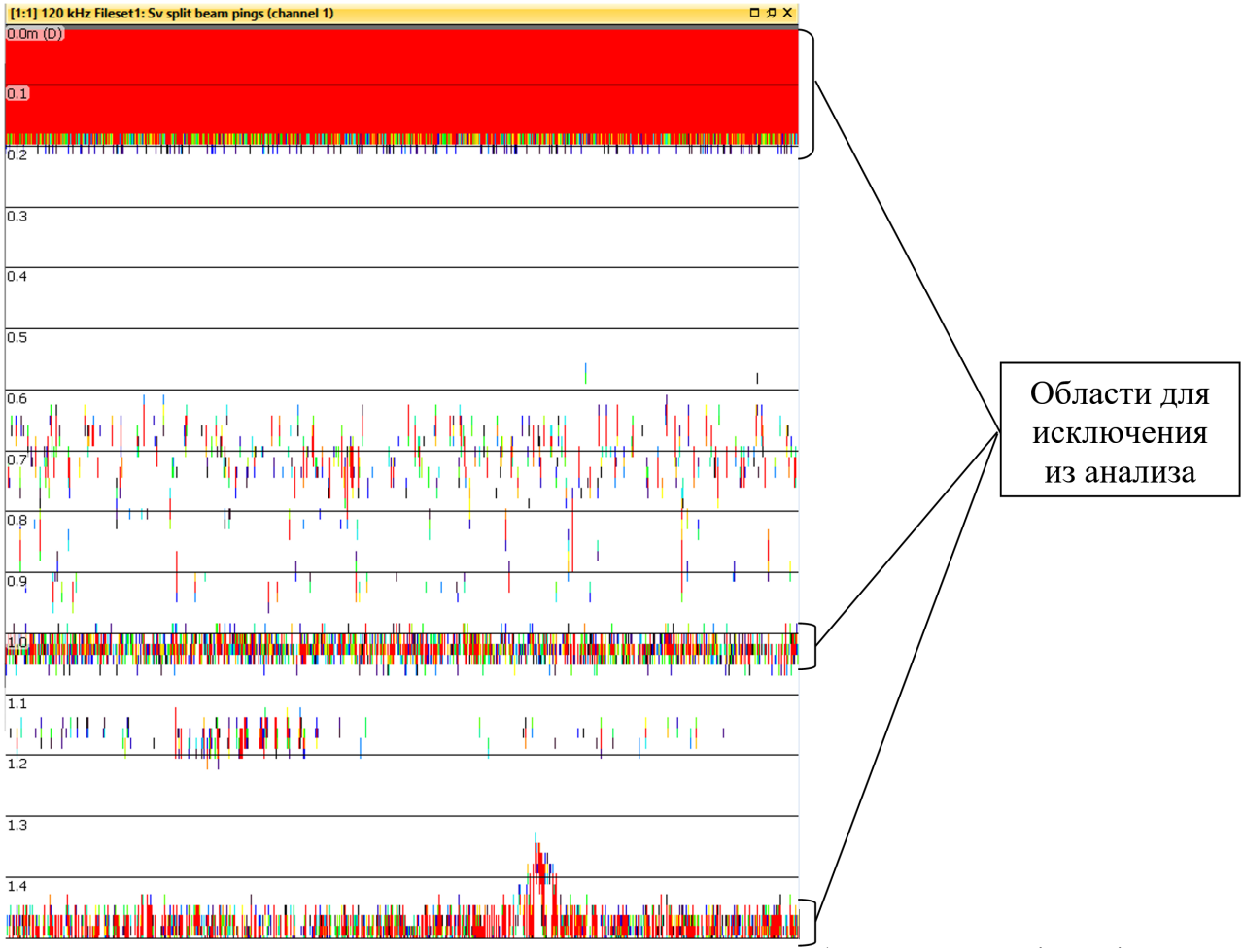

Рис. 4.1.5. Постоянные помехи во время работы эхолота BioSonics

роакустического створа в судоходном месте возникает необходимость исключения из анализа отраженного сигнала от плавсредств и турбулентных потоков, возникающих вследствие работы винта (рис. 4.1.6). Для этого можно воспользоваться инструментами прямо-

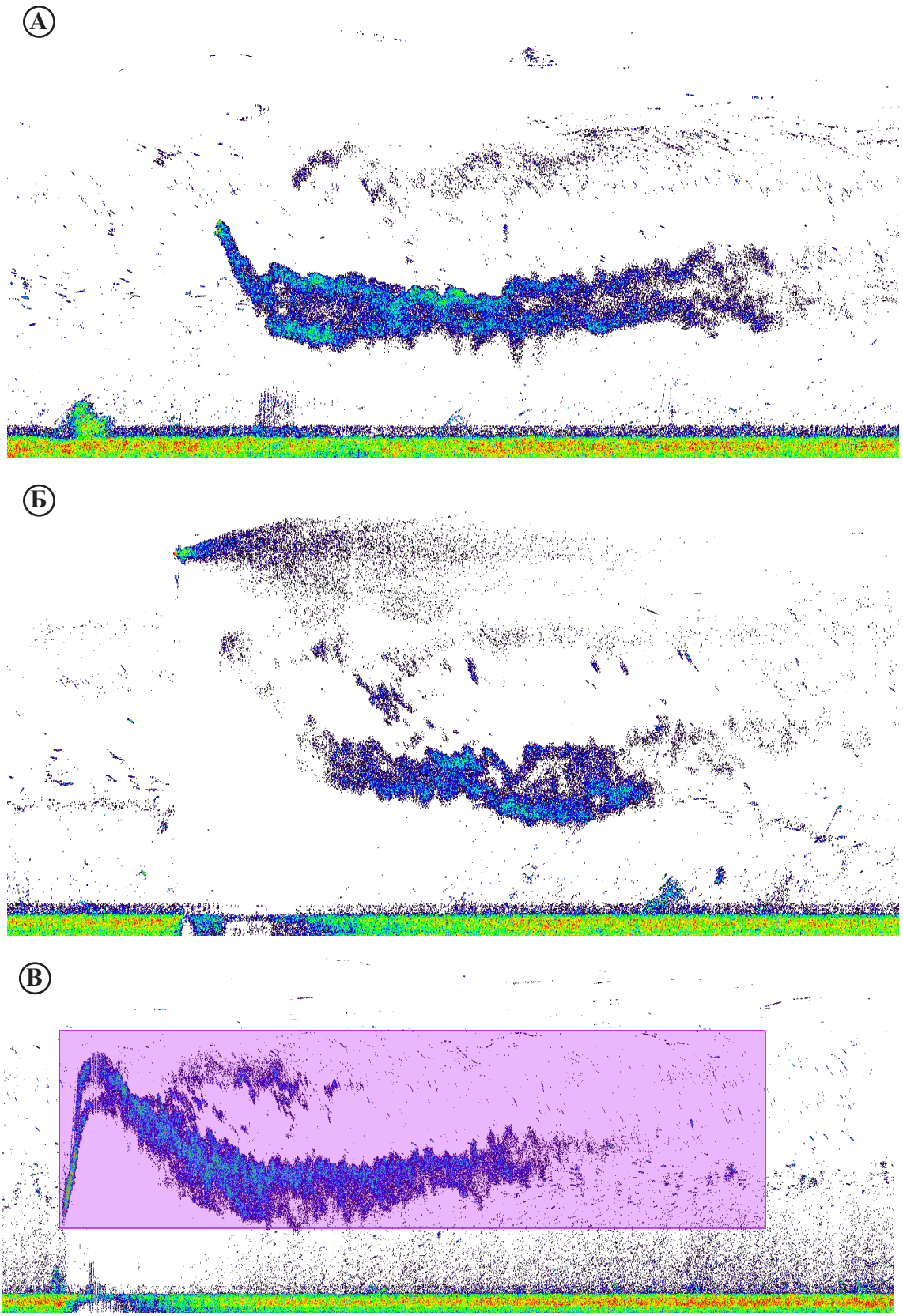

Рис. 4.1.6. Отраженный сигнал от плавсредств: А — лодка, проходящая вверх по течению; Б — лодка, проходящая вниз по течению; В — исключение из анализа области, содержащей лишние сигналы

угольного выделения (Rectangle, клавиша 1) или рисованием замкнутой полигональной области (Polygon, клавиша 6). После выделения лишних сигналов любым из описанных способов необходимо нажать клавишу M (в английской раскладке клавиатуры), чтобы пометить выделение как регион, исключаемый из анализа.

После выделения области сканируемого сечения реки нажатием правой кнопки мыши вызывается диалоговое окно регистрации рыб Detect fish tracks. В настройках параметров регистрации следует ввести величины, характеризующие поведение рыб в сканируемом сечении: минимальное количество отраженных сигналов от объекта, минимальное количество посылок, вернувших отраженный сигнал с объектом, максимальное количество пропусков сигнала между зарегистрированными объектами. Опытным путем получены величины, представленные на рисунке 4.1.7.

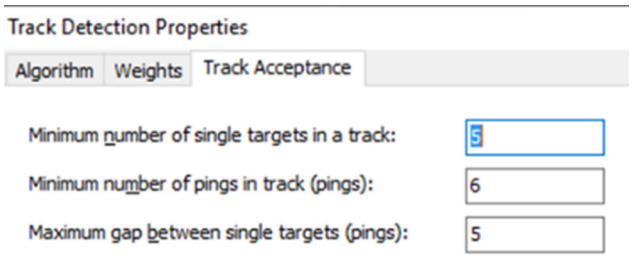

Рис. 4.1.7. Параметры обнаружения перемещения и регистрации рыб

Завершающим этапом является экспорт результатов анализа. Для этого после активации окна эхограммы с зарегистрированными гидробионтами перейти в меню Echogram и выбрать пункт Fish Tracks в подпункте Analysis By Cells. При вводе имени файла рекомендуется использовать дату обрабатываемого периода в формате “yyyy-mm-dd”. Данные из текстового файла *.csv при помощи табличного процессора (например, используя Microsoft Excel Microsoft Corp., США) заносятся в базу данных регистрации рыб. Путем подключения сводной таблицы к листу с базой данных выполняется счет прошедших гидробионтов за каждый час работы эхолота.

4.2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА DIDSON

Программный продукт DIDSON Control and Display (Sound Metrics Corp., США) позволяет просматривать текущую подводную обстановку и накопленные данные в режиме эхограммы (рис. 4.2.1) или видеоизображения (рис. 4.2.2). Настройки сбора и обработки данных (рис. 4.2.3) необходимо задать на вкладке Basic в пункте Show Parameters меню Processing. Значения настроек для регистрации производителей нерки получены авторами в ходе анализа эхограмм, собранных на р. Озерной в летний период 2018 и 2019 гг. Пункты Min Cluster Area и Max Cluster Area корректируются в зависимости от подводной обстановки — наличия в «поле зрения» прибора мутьевых шлейфов. В меню Processing следует отметить пункт Background Subtraction в подменю Background и пункт Detect Motion в подменю Motion, что активирует режим определения статического фона и обнаружения движущихся целей. При загрузке первого из списка файлов эхограмм (формат *.ddf), находящихся в одной директории, в программе следует отметить пункт Batch Mode меню Processing для активации пакетного режима обработки.

Запуск обработки производится выбором пункта View Echogram в подменю Echogram меню Processing. В процессе обработки осуществляется фильтрация помех и проводится анализ всех эхограмм для выделения полезного сигнала от рыб на фоне статичной картины подводной обстановки. В ходе работы программы каждый обработанный файл озвучивается спецсигналом. В исходной директории с эхограммами программой создаются одноименные файлы с расширением *.ech, бинарные файлы *.dat и текстовый файл, в котором содержится информация о зарегистрированных движущихся объектах.

В некоторых случаях в процессе обработки может возникнуть сбой — программный (зависание системы из-за нехватки оперативной памяти и появление диалогового окна с текстом ошибки) или аппаратный (выключение из-за разряда батареи или некорректное восстановление из режима гибернации). Текстовый файл в этом случае будет содержать неполную информацию о зарегистрированных объектах. При возникновении подобной ситуации следует удалить все созданные программой файлы в директории с исходными эхограммами (*.ech, *.dat, *.txt) и запустить обработку с самого начала.

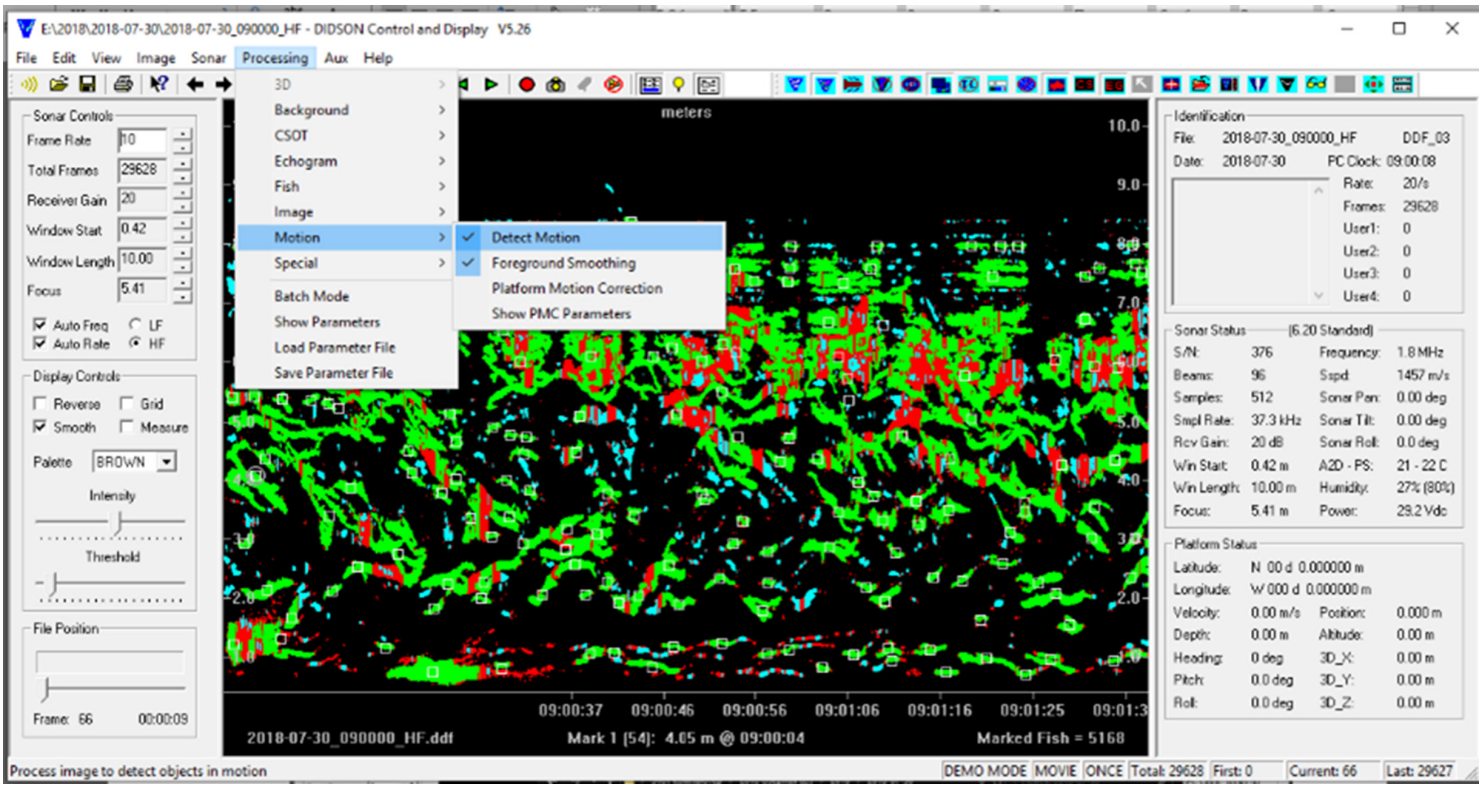

Рис. 4.2.1. Просмотр подводной обстановки в виде эхограммы

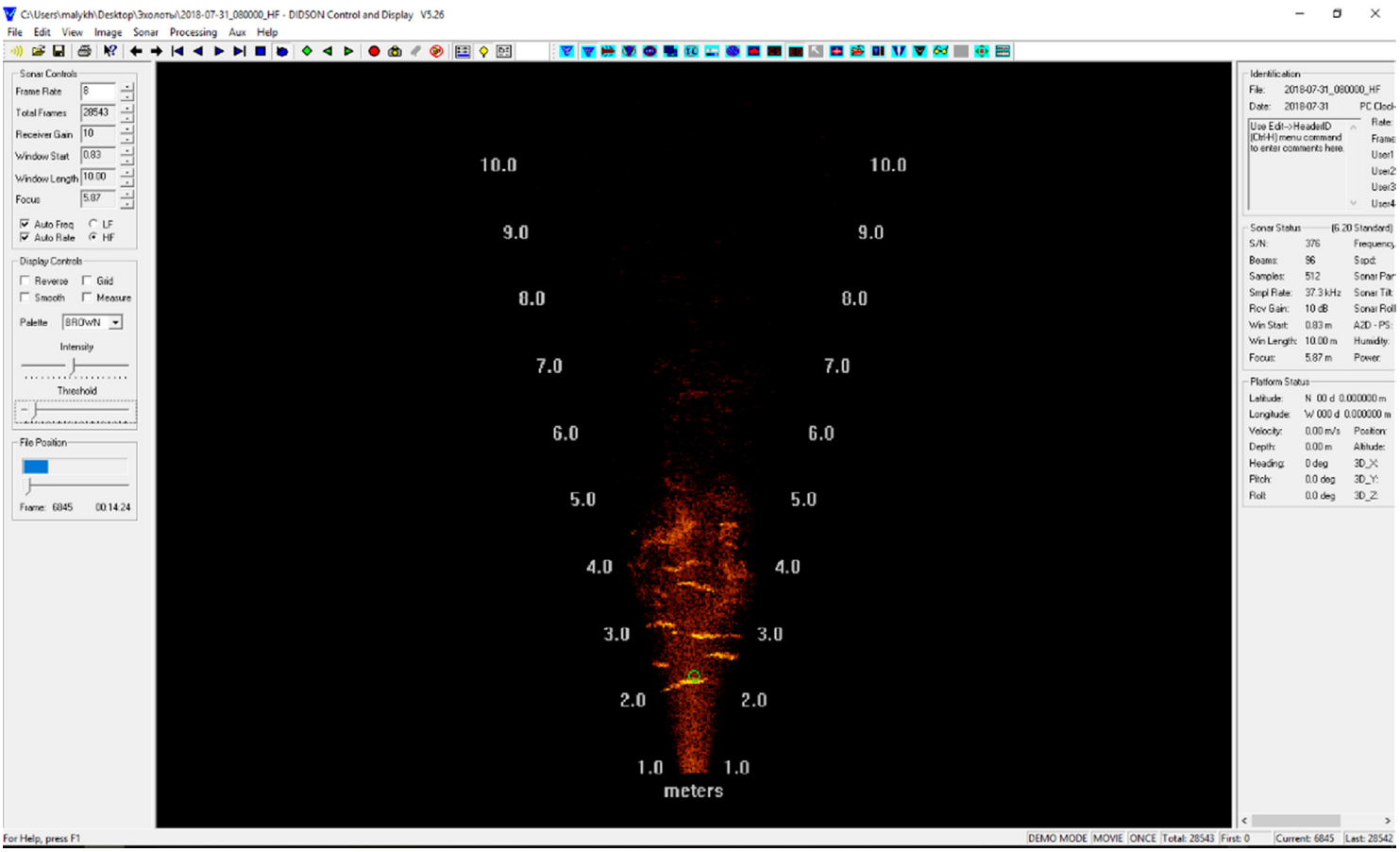

Рис. 4.2.2. Идентификация движущихся объектов в режиме видеоизображения

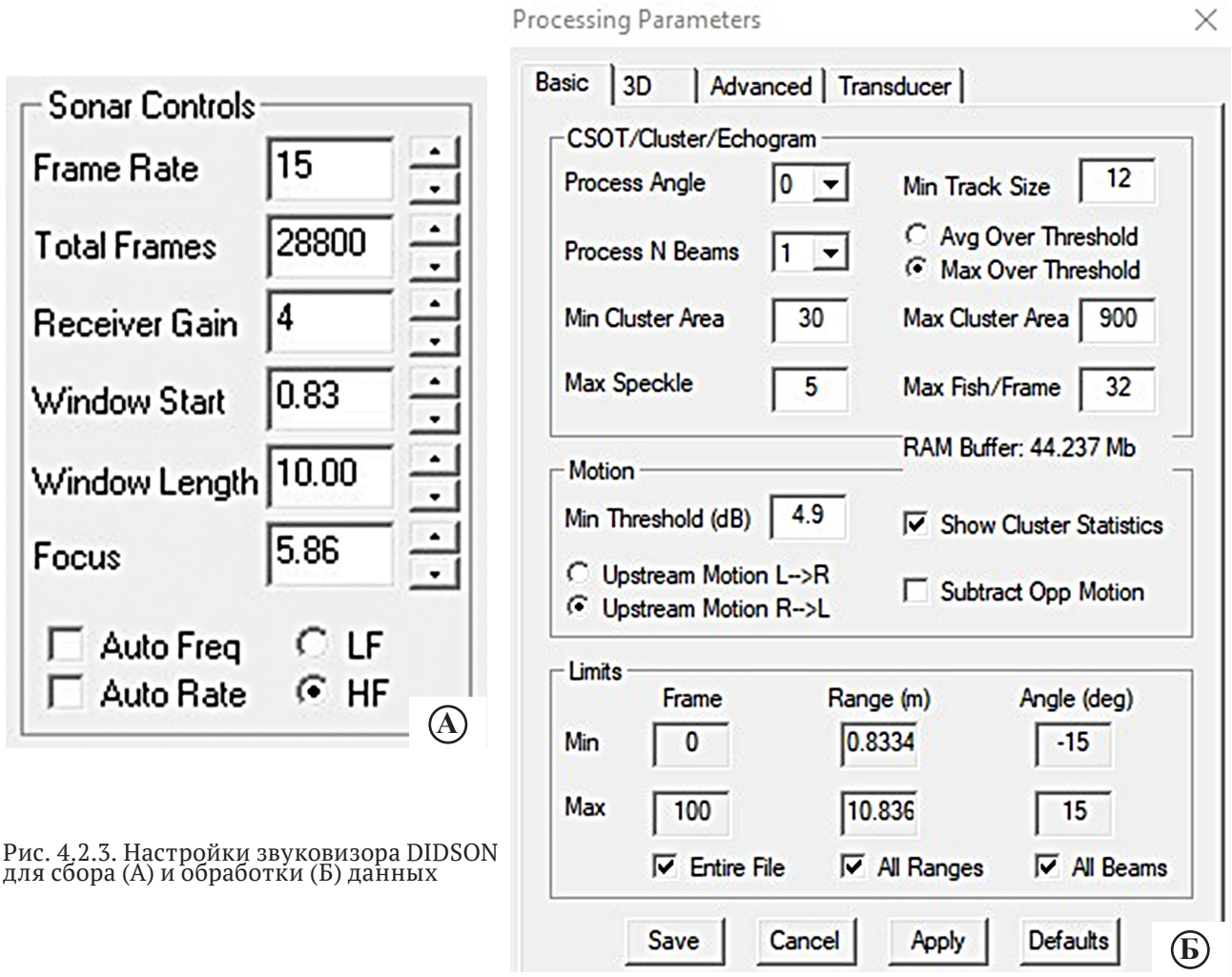

Рис. 4,2.3. Настройки звуковизора DIDSON для сбора (А) и обработки (Б) данных

Продолжительность обработки эхограмм за сутки работы звуковизора составляет от 3 до 6 часов, в зависимости от производительности процессора используемого компьютера и количества рыб, прошедших сканируемое сечение реки.

Результаты обработки (в виде текстовых файлов) следует объединить в табличном процессоре в сводную таблицу, получая динамику хода лососей в сканируемом сечении реки за каждый час работы рыбоучетных систем. Гидроакустическим методом в настоящее время сложно идентифицировать вид зарегистрированных рыб, поэтому долевое отношение видов лососей, прошедших сканируемое сечение реки, определяется иными методами (например, в уловах речных закидных неводов).

Сравнительное испытание различных методов учета нерки (при помощи звуковизора, эхолота с расщепленным лучом, подводная видеосъемка и визуальный учет) было проведено зарубежными специалистами на ряде рек Аляски в 2002 г. Результаты работы звуковизора оказались наиболее близки к показаниям визуального счета (Maxwell, Gove, 2004). Несмотря на то, что технология учета производителей тихоокеанских лососей с использованием звуковизора далеко не нова, в России данный метод применяется впервые. С целью унификации обработки накопленных гидроакустических данных, полученных различными по рабочей частоте и методу обнаружения целей приборами, авторами разработан алгоритм учета производителей тихоокеанских лососей звуковизором в программном продукте Echoview. Алгоритм достаточно прост, не должен вызывать затруднений у сотрудников, впервые занятых на учете гидробионтов данным прибором.

Перед началом работы в программном продукте Echoview необходимо создать файл проекта, в который заносится информация о расположении файлов данных. Затем в программе настраиваются фильтры движущихся объектов и регистрации рыб (рис. 4.2.4), параметры которых приведены на рисунке 4.2.5. Следующим шагом следует создать калибровочный файл, в который заносятся данные о рабочей частоте прибора и скорости распро-

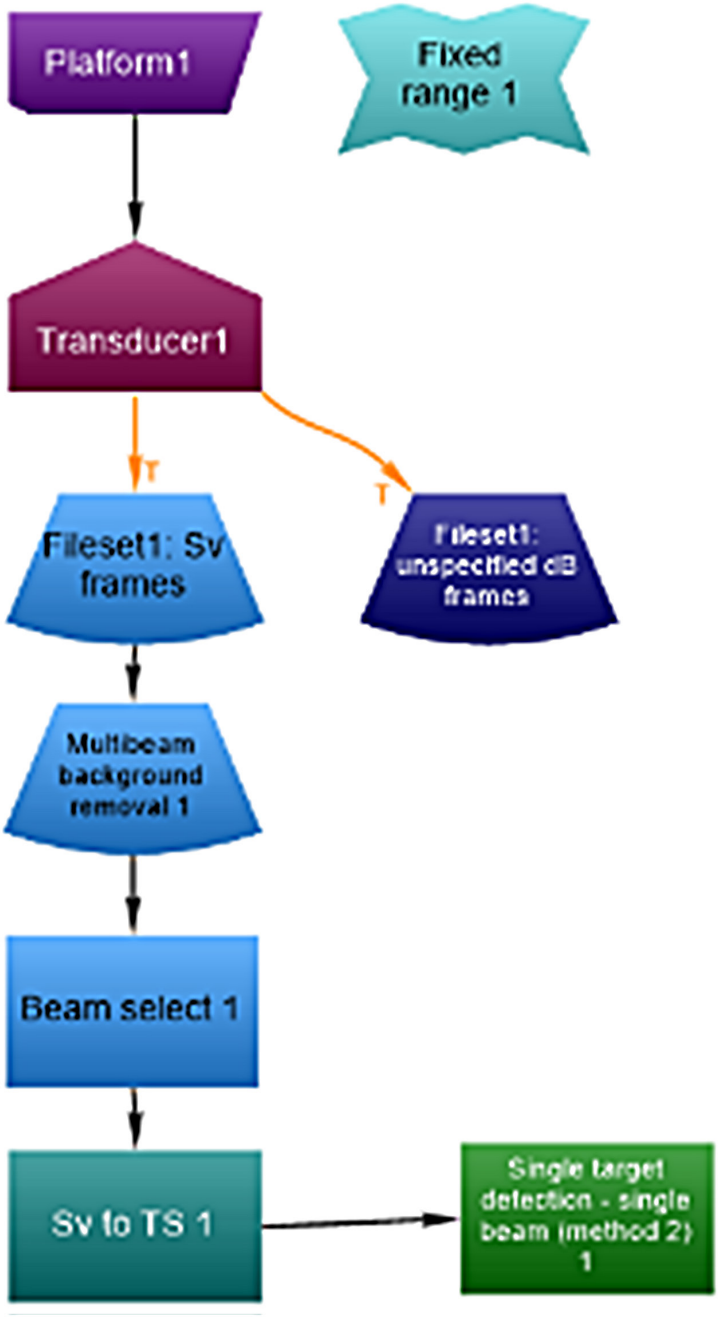

Рис. 4.2.4. Блок-схема переменных и параметров для обработки данных звуковизора в программном продукте Echoview

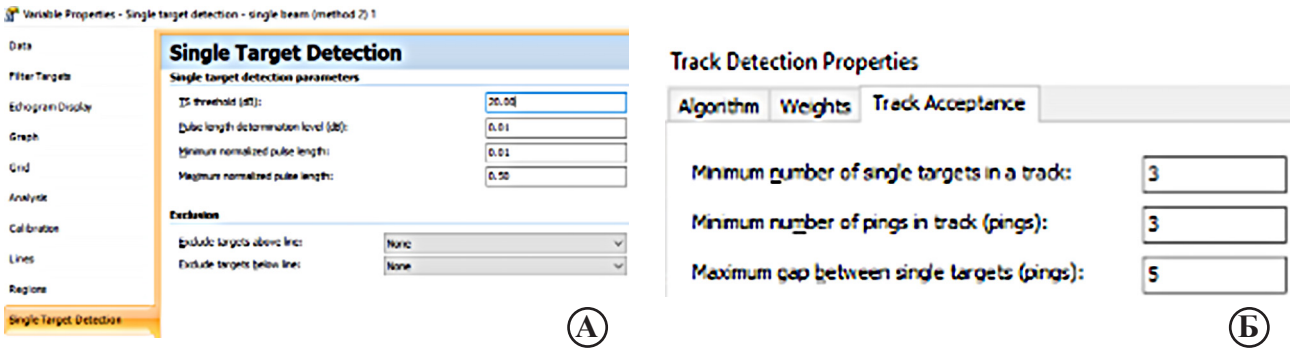

Рис. 4.2.5. Настройки переменных программы Echoview для регистрации движущихся объектов (А) и регистрации рыб (Б) звуковизором DIDSON

странения звуковых волн для корректного проведения вычислений. Для этого создается файл (рис. 4.2.6) с расширением *.ecs (Echoview calibration supplement).

Установка рабочей частоты звуковизора DIDSON в калибровочном файле производится путем снятия комментирующего символа «#» и заполнения требуемой величины в строке Frequency; аналогично вводится значение скорости распространения звуковых волн SoundSpeed (рис. 4.2.7). Расчет скорости звука в воде можно провести в приложении Sonar Calculator, расположенном в меню Help программного продукта Echoview.

После ввода указанных параметров необходимо провести действия по выделению областей с движущимися через сканируемое сечение реки гидробионтами и экспортом результатов с данными о каждом зарегистрированном гидробионте в текстовый файл, аналогично описанным в пункте 4.1. Во время работы с данными звуковизора основная нагрузка приходится на оперативную память задействованного компьютера (до 95% ОЗУ); по сравнению с штатным программным продуктом DIDSON Control and Display скорость обработки данных за сутки работы прибора повышается на 23% и в среднем составляет 4,5 ч.



Рис. 4.2.6. Поле создания калибровочного файла

```
#============================================================================#
#·····ECHOVIEW·CALIBRATION·SUPPLEMENT·(.ECS)·FILE·(Didson)·····#
#·····14.03.2019·16:34:19.5120·····#
#============================================================================#
#·····+----------+···+-----------+···+----------+···+-----------+···+----------+·····#
#·····|·Default··|-->|·Data·File·|-->|·Fileset··|-->|·SourceCal·|-->|·LocalCal·|·····#
#·····|·Settings·|···|·Settings··|···|·Settings·|···|·Settings··|···|·Settings·|·····#
#·····+----------+···+-----------+···+----------+···+-----------+···+----------+·····#
#·-·Settings·to·the·right·override·those·to·their·left.·····#
#·-·See·the·Help·file·page·"About·calibration".·····#
#============================================================================#

Version·1.00


#============================================================================#
#·····FILESET·SETTINGS·····#
#============================================================================#


#============================================================================#
#·····SOURCECAL·SETTINGS·····#
#============================================================================#

SourceCal·T1
····#·AbsorptionCoefficient·=·#·(decibels·per·meter)·[0.0000000..100.0000000]
····#·BeamOffsets·=·#·array·of·(decibels·re·1·steradian)·[-99.00..-1.00]
····Frequency·=·1800·#·(kilohertz)·[0.01..10000.00]
····#·MajorAxis3dbBeamAngle·=·#·(degrees)·[0.00..359.99]
····SoundSpeed·=·1457·#·(meters·per·second)·[1400.00..1700.00]
····#·TransmittedPulseLength·=·#·(milliseconds)·[0.001..50.000]
····#·TvgRangeCoefficient·=·#·[0.0000..1000.0000]
····#·TvgRangeCorrection·=·#·an·enumeration·tag·or·an·integer·[0..9]
····#·TwoWayBeamAngle·=·#·(decibels·re·1·steradian)·[-99.000000..-1.000000]
····#·WedgeVolumeBeamAngle·=·#·(degrees)·[0.00..359.99]
```

Рис. 4.2.7. Ввод рабочих параметров в калибровочный файл программы Echoview для обработки данных, полученных при помощи звуковизора DIDSON

4.3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА NETCOR

Программа сбора данных NetCor: Экспедиция (ООО «Промгидроакустика», Россия) является неотъемлемой частью береговой контрольно-измерительной системы и выполняет следующие функции:

- дистанционное программное управление режимами работы модуля Slave (мощность, дистанция, последовательность опроса элементов антенны, длительность зондирующего импульса, частота следования посылок, навигационный режим, порог регистрации);
- запись в файл оцифрованной огибающей эхосигнала по всем элементам антенны для последующей камеральной обработки;
- программная коррекция потерь интенсивности акустической волны на сферическое распространение и затухание;
- визуализация гидроакустической информации в виде движущейся эхограммы по выбранным элементам антенны раздельно (рис. 4.3.1) или суммарной эхограммы по всем выбранным элементам антенны (рис. 4.3.2);
- просмотр эхосигнала или файла эхограммы в виде секторной диаграммы: в данном режиме можно определить элементы гидроакустической антенны, являющиеся источником постоянных помех, образуемых при регистрации рельефа дня (рис. 4.3.3);
- цифровая фильтрация реверберационных шумов — фильтр низких частот, необходимый для сглаживания шумов, образуемых осадками (рис. 4.3.4);
- вызов встроенной справочной системы по работе с комплексом.

Для корректной работы программы необходимо настроить подключение к модулю Master. Для этого на задействованном компьютере надо выполнить следующие действия:

1. Подключить модуль Master к компьютеру сетевым кабелем (витая пара с разъемами RJ45, патч-корд), подключить клеммы кабеля питания к аккумулятору.
2. При использовании ОС Windows версии Vista и выше в панели управления открыть «Центр управления сетями и общим доступом». В ОС Windows XP этот пункт носит название «Сетевые подключения». Для работы с береговой контрольно-измерительной системой рекомендуется физическое или логическое отключение беспроводных сетевых подключений и устройств Wi-Fi и Bluetooth, а также общего доступа к файлам и папкам и сетевого обнаружения.

В окне просмотра состояния Ethernet-адаптера (рис. 4.3.5, А) необходимо нажать кнопку «Свойства», в появившемся окне в поле «Компоненты, используемые этим подключением» оставить отмеченным только пункт «Протокол Интернета версии 4 (TCP/IPv4)» (рис. 4.3.5, Б).

3. Двойным щелчком на пункте «Протокол Интернета версии 4 (TCP/IPv4)» вызывается окно свойств данного протокола. В окне следует заполнить поля IP-адреса (192.168.2.1) и маски подсети (255.255.255.0), как представлено на рисунке 4.3.6.
4. Изменения в настройках подключения сохраняются при последовательном закрытии всех открытых окон нажатием кнопки «ОК» или «Закрыть».

Загрузка программы осуществляется обычными средствами ОС Windows. На экране появляется приветственное окно с радиокнопками «Система» и «Файл» (рис. 4.3.7).

У пользователя есть возможность выбора работы в реальном или отложенном времени. Если выбран режим отложенного времени (кнопка «Файл»), появится полноэкранное окно пользовательского интерфейса; если выбран режим реального времени (кнопка «Система»), программа в течение 5 секунд будет пытаться установить связь с модулем Master. При успешной попытке появляется окно конфигурации системы (рис. 4.3.8), при неуспешной — появляется сообщение: «Модуль Master не определился! Повторите или обратитесь к встроенной справочной системе». При нажатии кнопки «Отмена» система войдет в режим отложенного времени.

В окне конфигурации системы пользователь задает параметры работы комплекса до начала работы программы. В панели «Число модулей Slave в системе» указывается число физически существующих гидроакустических станций. В столбце «Физический номер модуля» из выпадающего списка указываются физические номера гидроакустических станций, выгравированные на корпусе модуля Slave и на гидроакустической антенне. Указание номеров гидроакустических станций может производиться в любой последовательности, при этом недопустимо указывать одинаковые значения физических номеров в разных полях столбца (программа отметит их красным цветом).

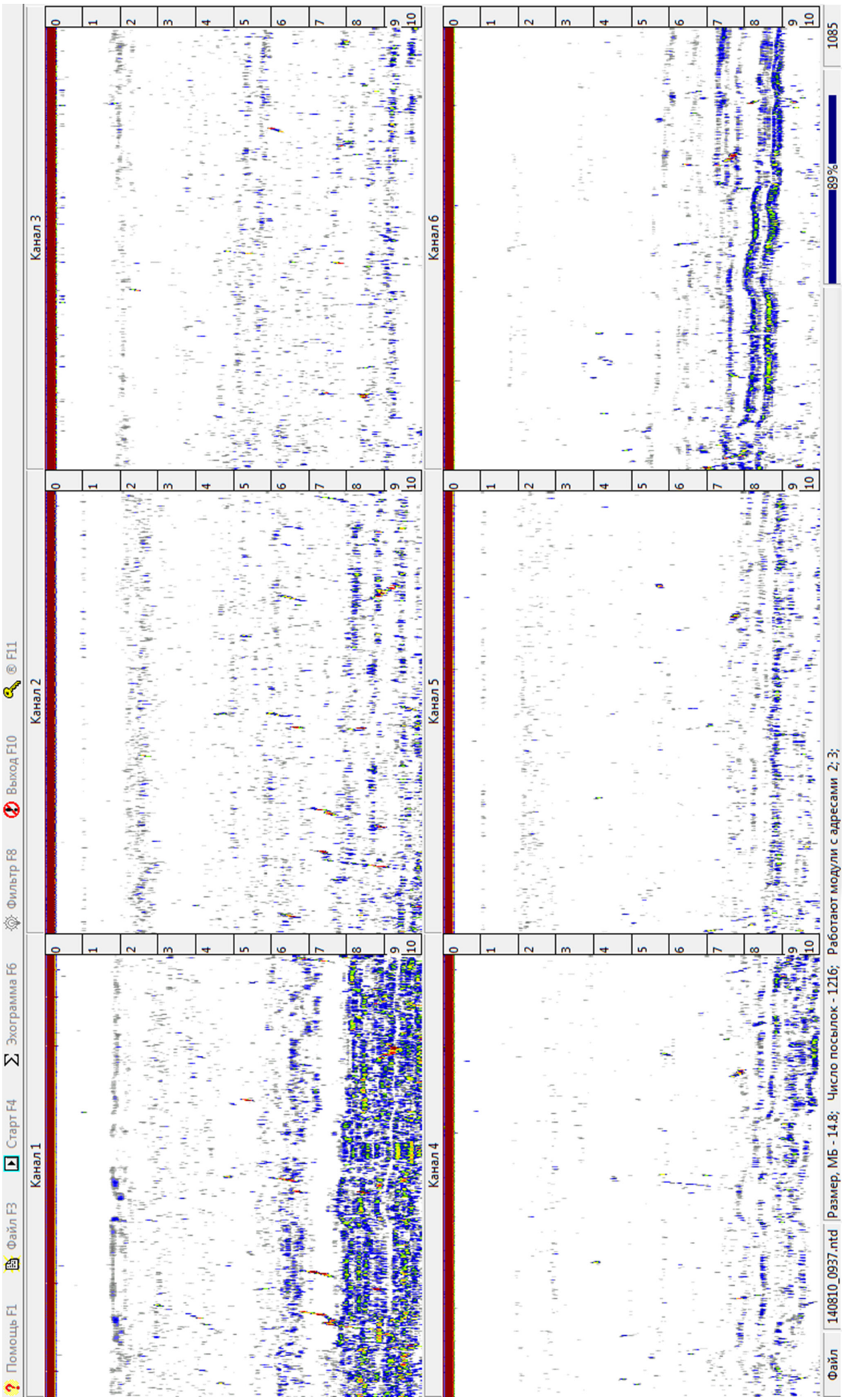

Рис. 4.3.1. Визуализация гидроакустической информации по выбранным элементам гидроакустической антенны

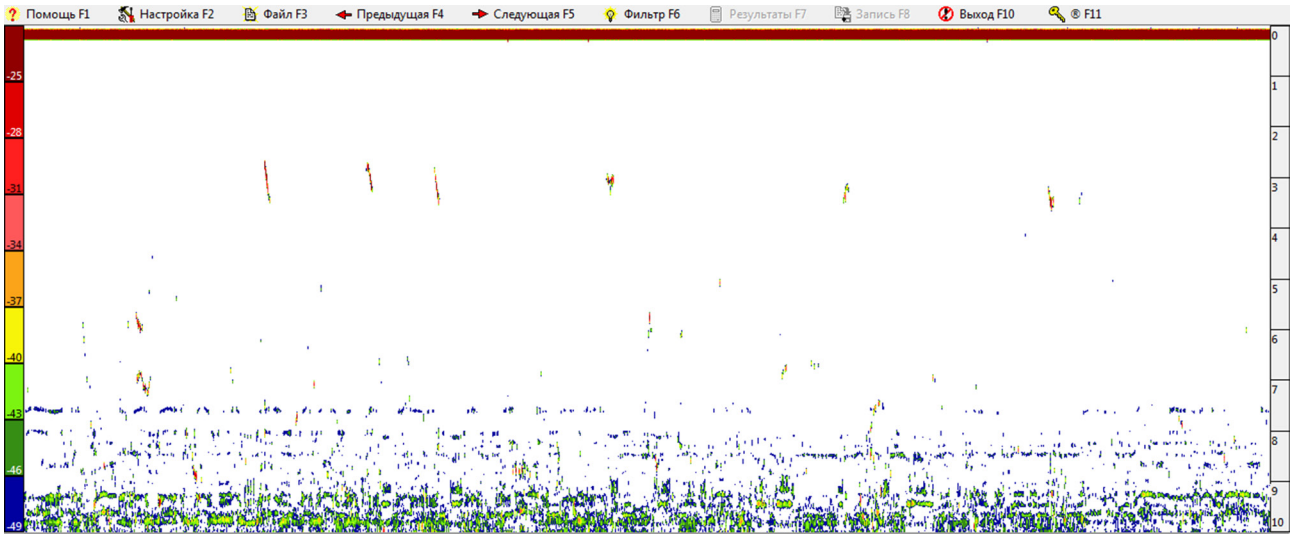

Рис. 4.3.2. Визуализация гидроакустической информации в виде суммарной эхограммы по всем выбранным элементам антенны

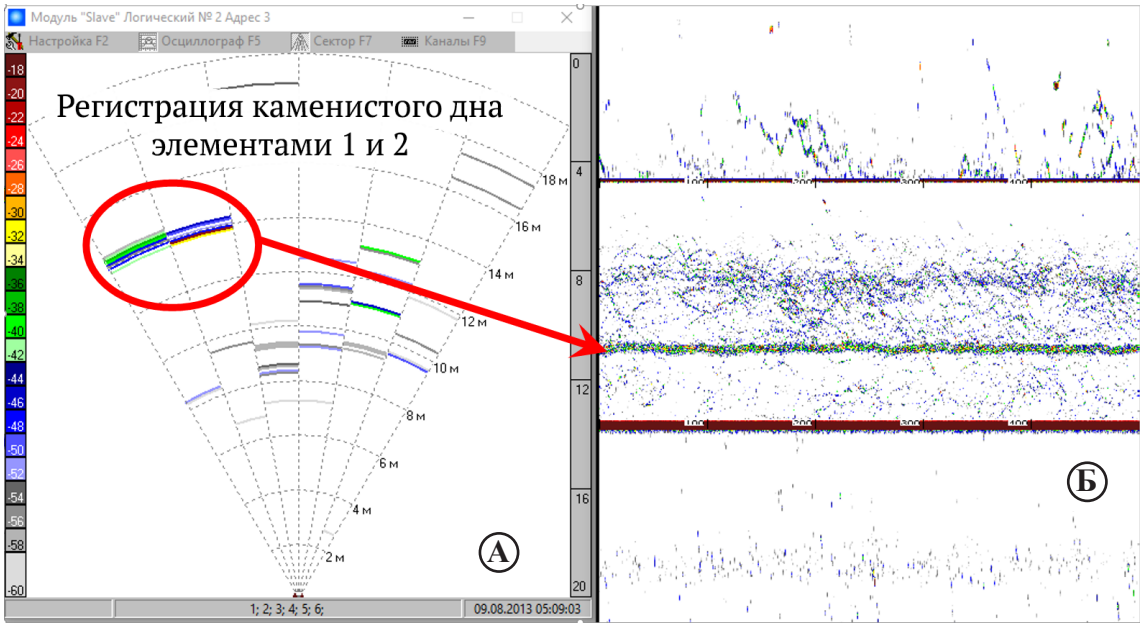

Рис. 4.3.3. Просмотр эхосигнала в виде секторной диаграммы (А) на фоне совмещенной эхограммы (Б) от нескольких гидроакустических станций

Нажатие кнопки в столбце «Параметры модуля» вызывает окно изменения параметров каждой гидроакустической станции, причем значения этих параметров могут быть различными.

Нажатием кнопки «Загрузить параметры в выбранные модули Slave» пользователь инициализирует систему, и появляется окно регистрации и параметризации модулей Slave (рис. 4.3.9).

Система предпринимает ряд последовательных попыток зарегистрировать и загрузить параметры в гидроакустические станции, успех которых отмечается изменением цвета и текста в соответствующих полях. Поля модулей, для которых не удались либо регистрация, либо параметризация, остаются отмеченными красным цветом с текстом «Нет». Если все модули Slave, указанные пользователем в окне конфигурации, успешно зарегистрировались и параметризировались, окно закроется, и система перейдет в режим реального времени. Если хоть один модуль Slave не пройдет регистрацию или параметризацию, окно закроется, система перейдет в режим отложенного времени.

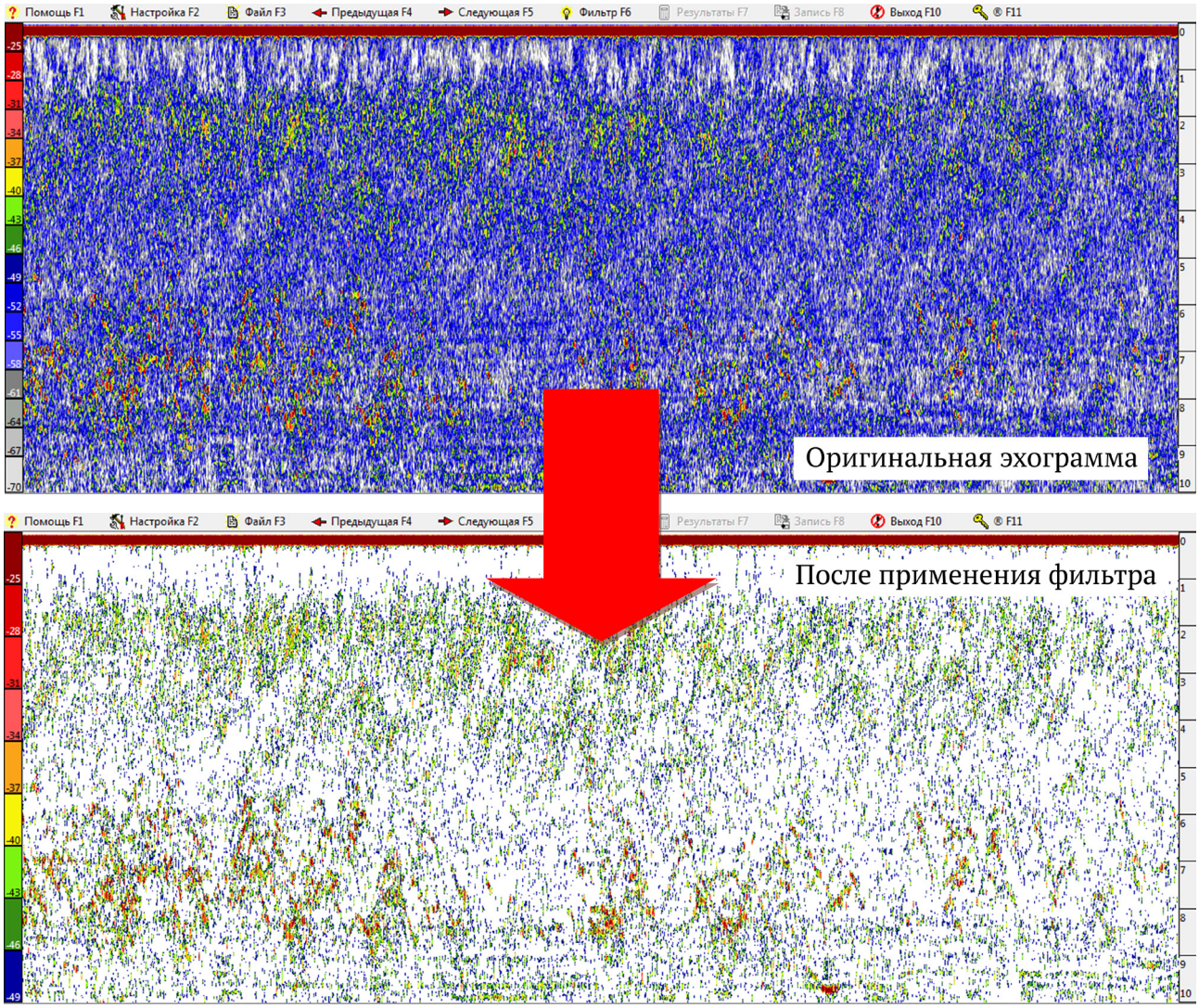

Рис. 4.3.4. Цифровая фильтрация низких частот

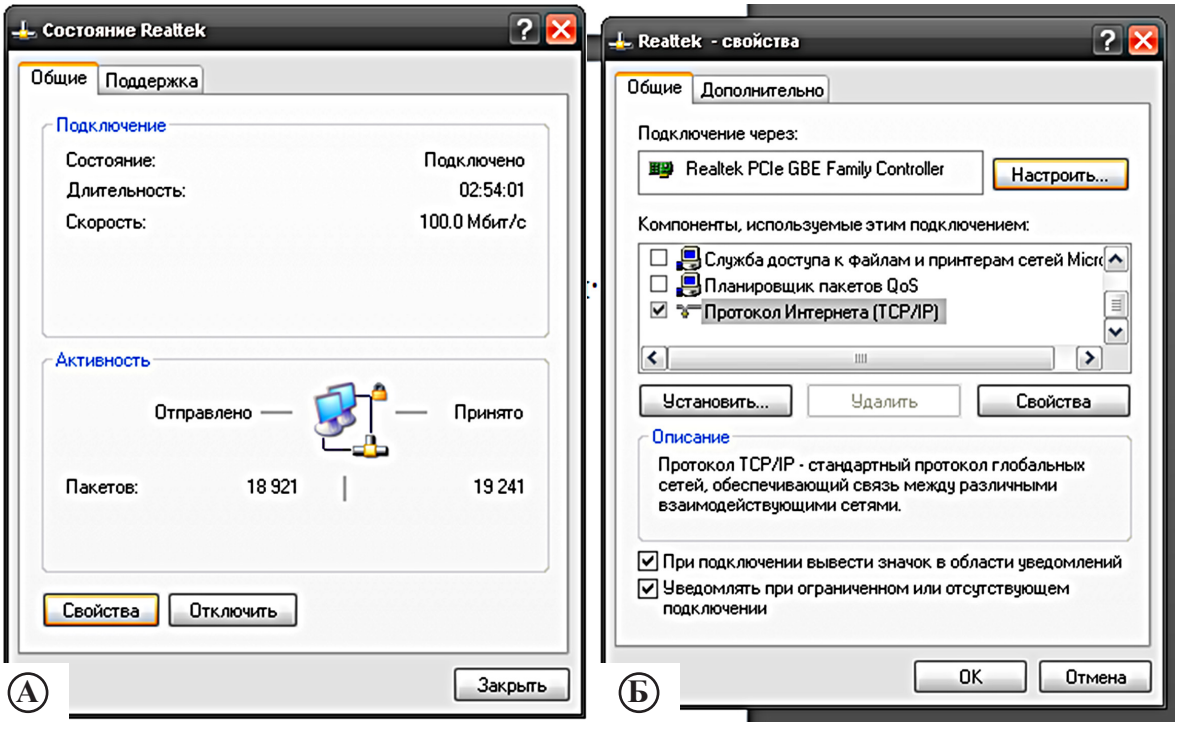

Рис. 4.3.5. Окно просмотра состояния (А) и свойств (Б) Ethernet-адаптера

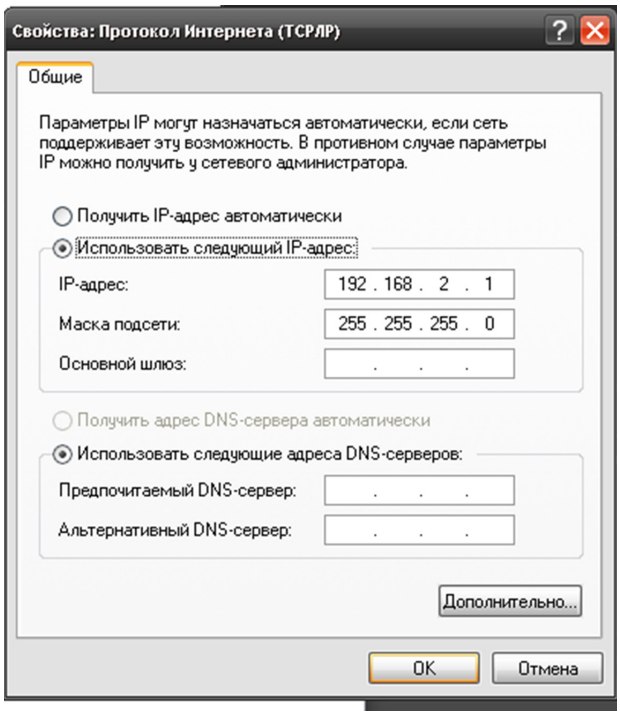

Рис. 4.3.6. Окно свойств протокола интернета (TCP/IP)



Рис. 4.3.7. Окно выбора режима работы программы NetCor: Экспедиция

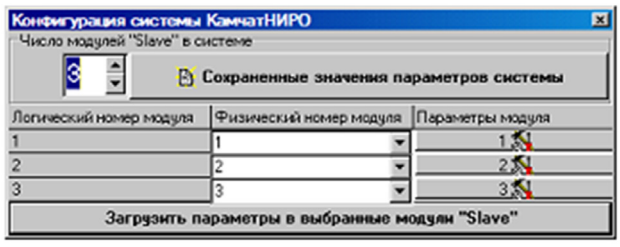

Рис. 4.3.8. Окно конфигурации системы



Рис. 4.3.9. Окно регистрации и параметризации модулей Slave

Пользовательский интерфейс программы сбора и просмотра данных представлен на рисунке 4.3.10.

В панели меню находятся основные кнопки:

- «Файл F3»: при работе в реальном времени запускает или останавливает запись данных в файл, при просмотре вызывает диалоговое окно выбора файла.
- «Старт F4»: при нажатии запускает или останавливает работу системы.
- «Эхограмма F6»: при нажатии вызывает окно совмещенной эхограммы.
- «Фильтр F8»: при нажатии включает цифровую фильтрацию шумов (фильтр низких частот).
- «Выход F10»: при нажатии корректно закрывает файл данных, находящийся в записи, сохраняет текущие настройки и закрывает программу.

Панель состояния содержит информацию о текущем состоянии системы:

- Поле источника эхосигнала: указывается источник сигнала в зависимости от режима работы (реальное или отложенное время), режим определяется при загрузке программы. Возможные значения поля — «Система» или «Файл».
- Поле имени файла: указывается имя файла данных, как в реальном времени, так и в отложенном.
- Поле состояния файла данных: в реальном времени указывается текущий размер файла данных; если такой открыт, в отложенном времени отображается процесс считывания файла данных.
- Поле информации о работающих модулях Slave.
- Поля счета циклов работы системы: указывается число принятых пакетов данных со всех модулей Slave и число пакетов данных со всех модулей Slave, которые система распознала как испорченные.

Окно гидроакустической станции (рис. 4.3.11) состоит из заголовка 1, панели цветности 2 (шкалы чувствительности), панели меню 3, шкалы дистанции 4, строки состояния 5 и области графического построения 6.

Информация от всех гидроакустических станций записывается в файл данных с автоматическим присвоением имени по шаблону ddmmyy_hhmm.ntd, где ddmmyy — системная дата при старте записи, hhmm — системное время при старте записи. В начале каждого часа по системному времени программа закрывает предыдущий файл и создает новый. Каждый файл в среднем занимает 64 Mb на жестком диске.

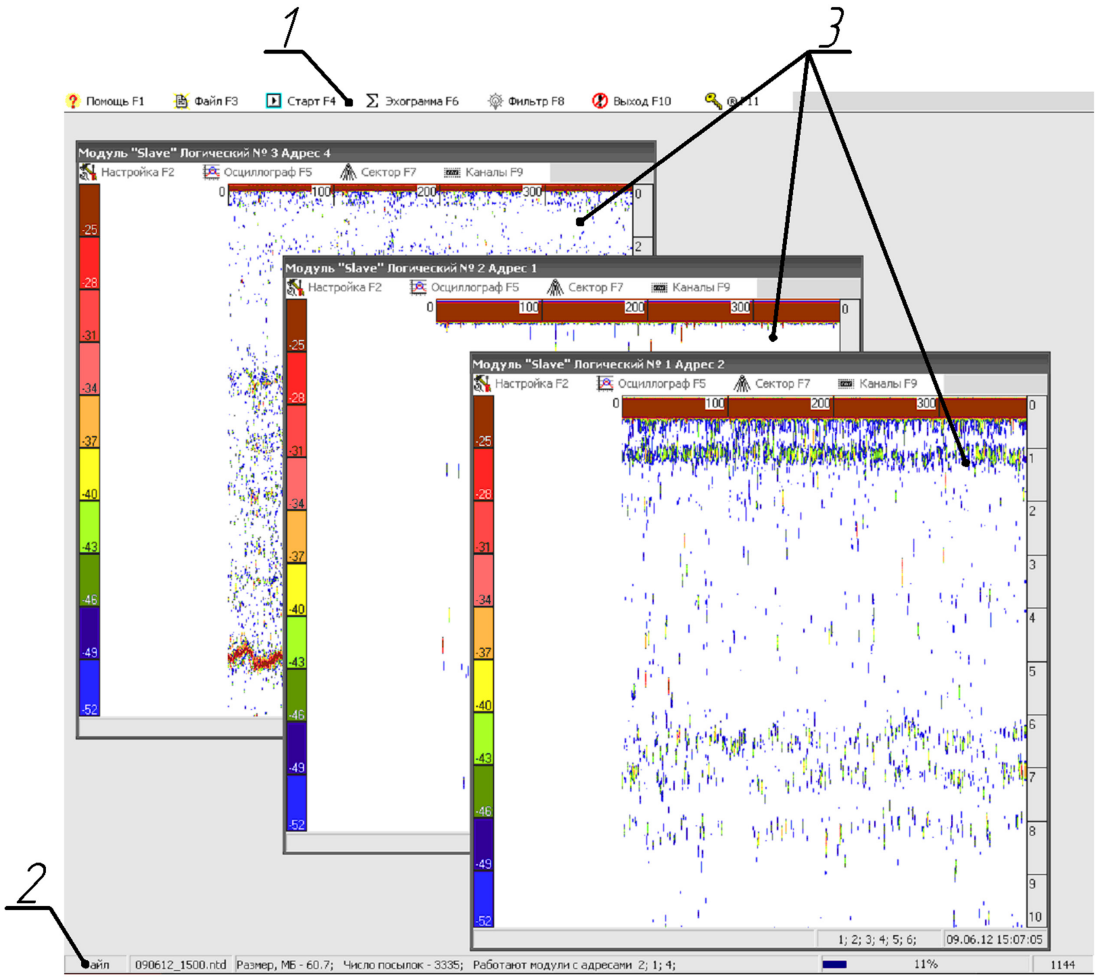

Рис. 4.3.10. Пользовательский интерфейс программы сбора и просмотра данных. 1 — панель меню; 2 — панель состояния; 3 — окна гидроакустических станций

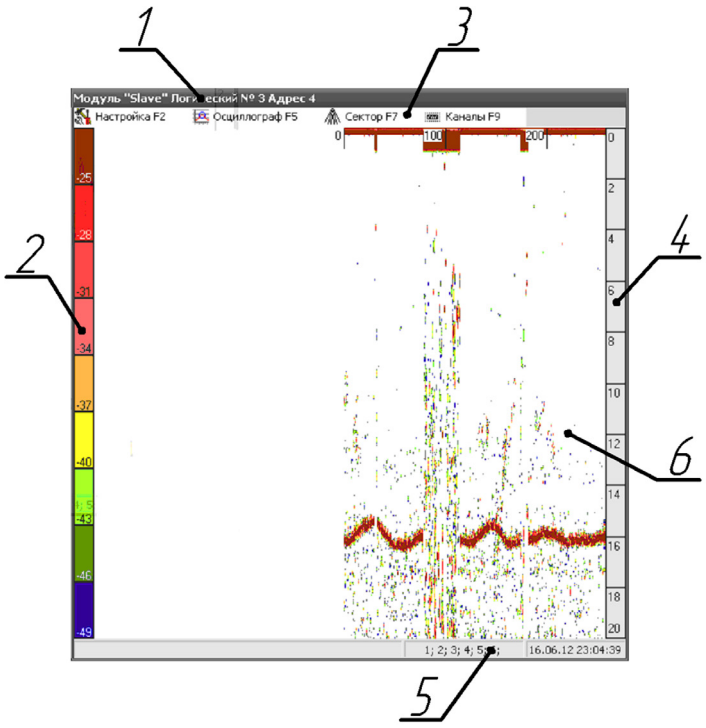

Рис. 4.3.11. Окно гидроакустической станции (пояснения в тексте)

При обработке эхограмм в штатной программе NetCor.Process оператор осуществляет фильтрацию помех и кластерный анализ для выделения полезного сигнала от рыбы на фоне реверберации акустического сигнала от поверхности воды, дна и неоднородностей водной среды.

Общий вид окна программы обработки эхограмм представлен на рисунке 4.3.12. При открытии файла данных он делится на страницы, и его обработка производится постранично. В зависимости от разрешения монитора задействованного компьютера одна страница файла может содержать от 10 до 25 минут записи эхосигнала. Файл для обработки можно выбрать в окне, вызванном нажатием кнопки «Файл F3», при этом на панели эхограмм будет построена первая страница файла для первого логического номера модуля Slave (гидроакустической станции). Затем следует задать параметры обработки: нажатием кнопки «Настройка F2» вызывается диалоговое окно настройки, на вкладке «Параметры обработки» можно выбрать опцию обработки эхограмм для оценки численности производителей или экспериментальную опцию количественного учета молоди. При повторном нажатии кнопки «Настройка F2» диалоговое окно закрывается, и в параметры обработки сохраняются изменения. Навигация по файлу данных — переход к следующей (или предыдущей) странице — происходит при нажатии кнопки «Следующая F5» (или «Предыдущая F4») на панели меню.

Процесс обработки эхограмм состоит из следующих действий:

1. Помехи на эхограммах комплекса NetCor, вследствие высокой частоты прибора, а также использования радиоканала для передачи данных, могут быть технического, гидрометеорологического или биологического характера. Поскольку программа обработки не распознает различные помехи в автоматическом режиме, их счет может повлиять на число зарегистрированных объектов. При наличии на странице шумов от дна, поверхности или прочих факторов, на панели дистанции задается слой для математической обработки (рис. 4.3.13). Помехи горизонтального характера (рис. 4.3.14Б) вырезаются слоями в окне эхограмм. При отсутствии шумов слой обработки можно не задавать. Помехи вертикального характера (рис. 4.3.15–4.3.16) исключаются из результатов счета по отмеченному времени в результирующем текстовом файле.

2. При нажатии кнопки «Результаты F6» на панели меню происходит перестройка эхограммы в пределах слоя обработки в соответствии с зарегистрированными объектами — появляются порядковые номера целей, зарегистрированные методом эхосчета. В результате обработки для каждой страницы файла фор-

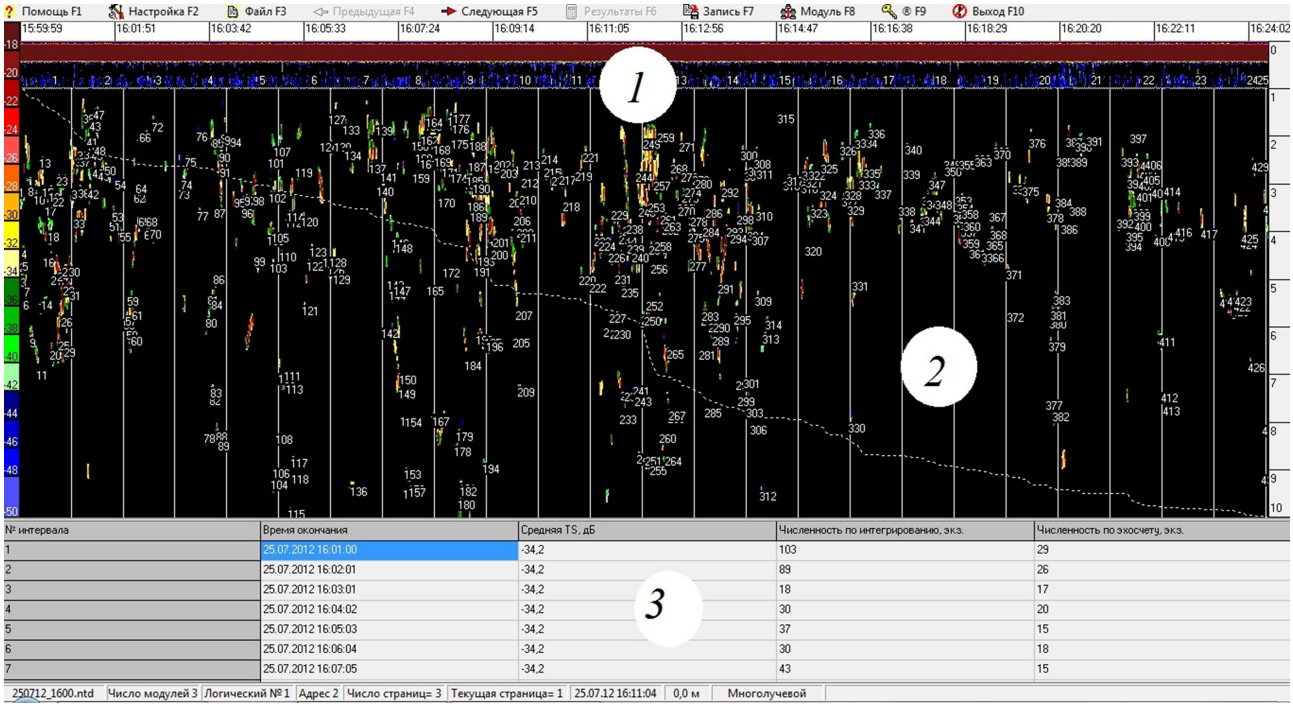

Рис. 4.3.12. Общий вид окна программы обработки эхограмм: 1 — панель меню; 2 — панель эхограмм; 3 — панель результатов эхосчета и эхоинтегрирования

мируется и выводится на панель результатов таблица, в которой находятся данные о количестве зарегистрированных гидробионтов методами интегрирования и эхосчета в экземплярах для каждого интервала времени.

3. Сохранение результатов обработки производится при нажатии кнопки «Запись F7» на панели меню. Если во время записи эхограммы в работе находилось больше одной гидроакустической станции, правым кликом мыши на поле строки состояния или нажатием кнопки «Модуль. F8» на панели меню вызывается контекстное меню, в котором осуществляется выбор логического номера модуля соответствующей станции. Текущий модуль отмечен галочкой; если какой-либо модуль не участвовал в записи файла, в контекстном меню он будет недоступным. Левым кликом по контекстному меню пользователь выбирает нужный модуль, после чего эхограмма на панели эхограммы будет перестроена для первой страницы выбранного модуля.

4. Значение прошедших через зону регистрации комплекса гидробионтов получают, загружая сформированные программой обработки текстовые файлы *.txt в редактор электронных таблиц Microsoft Excel.

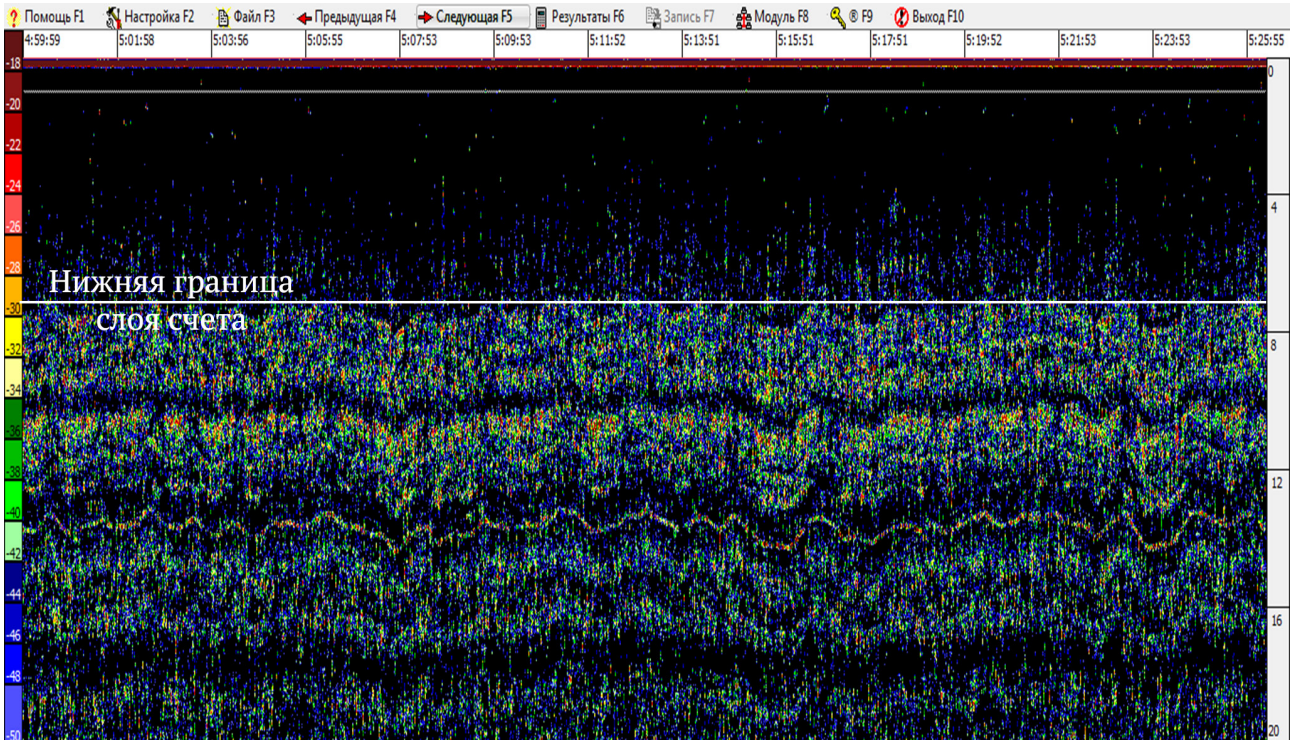

Рис. 4.3.13. Помехи от неровности рельефа дна

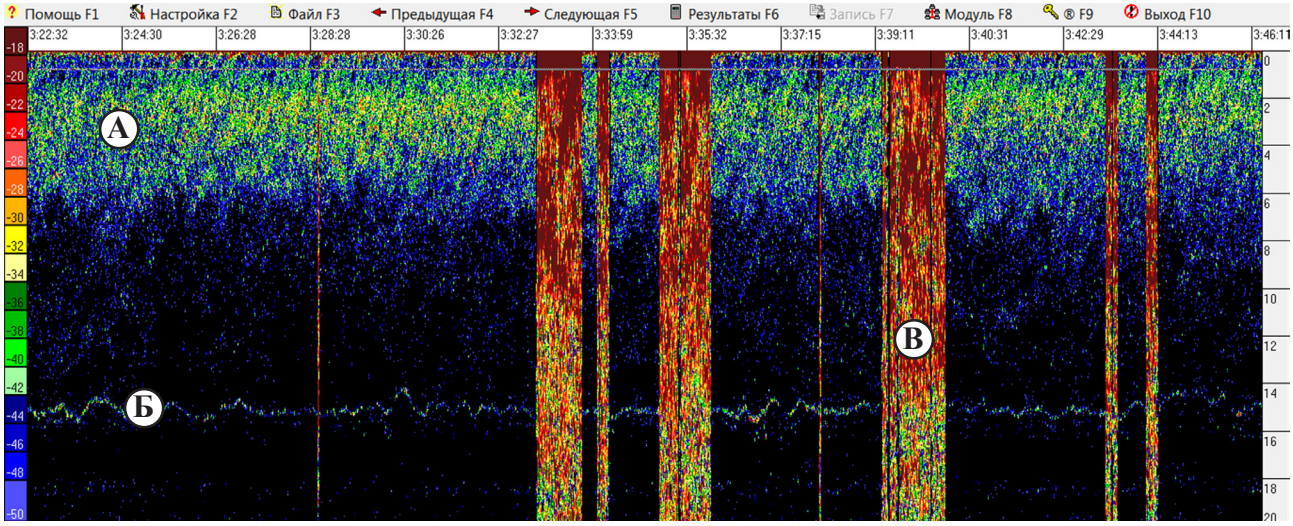

Рис. 4.3.14. Виды помех: А) фоновая, Б) горизонтальная постоянная, В) локальная (техническая)

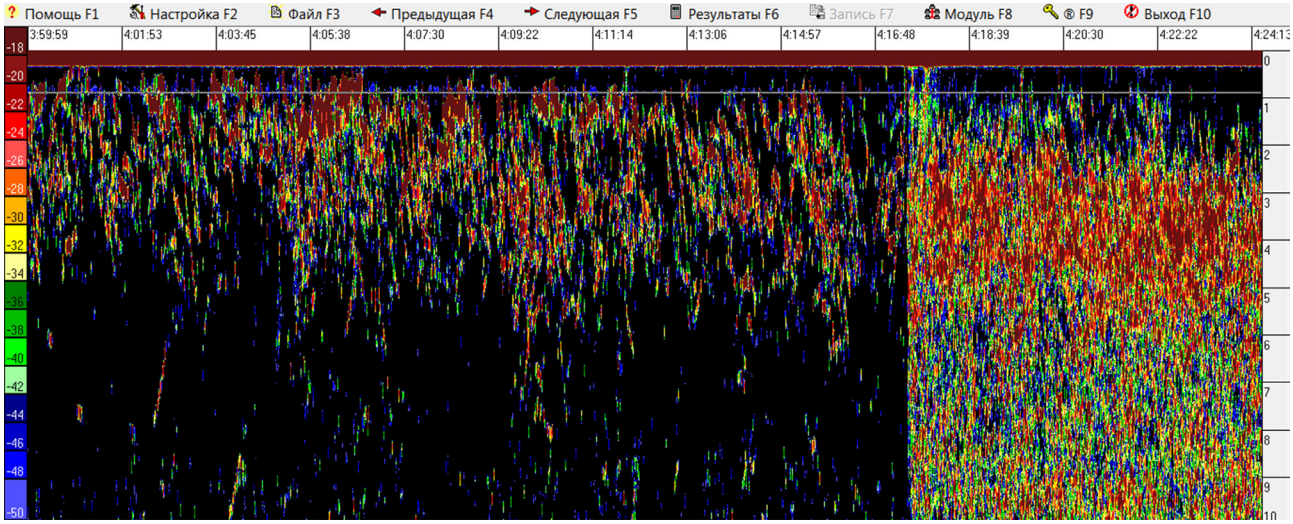

Рис. 4.3.15. Усиление зашумления прибора при возникновении технических помех

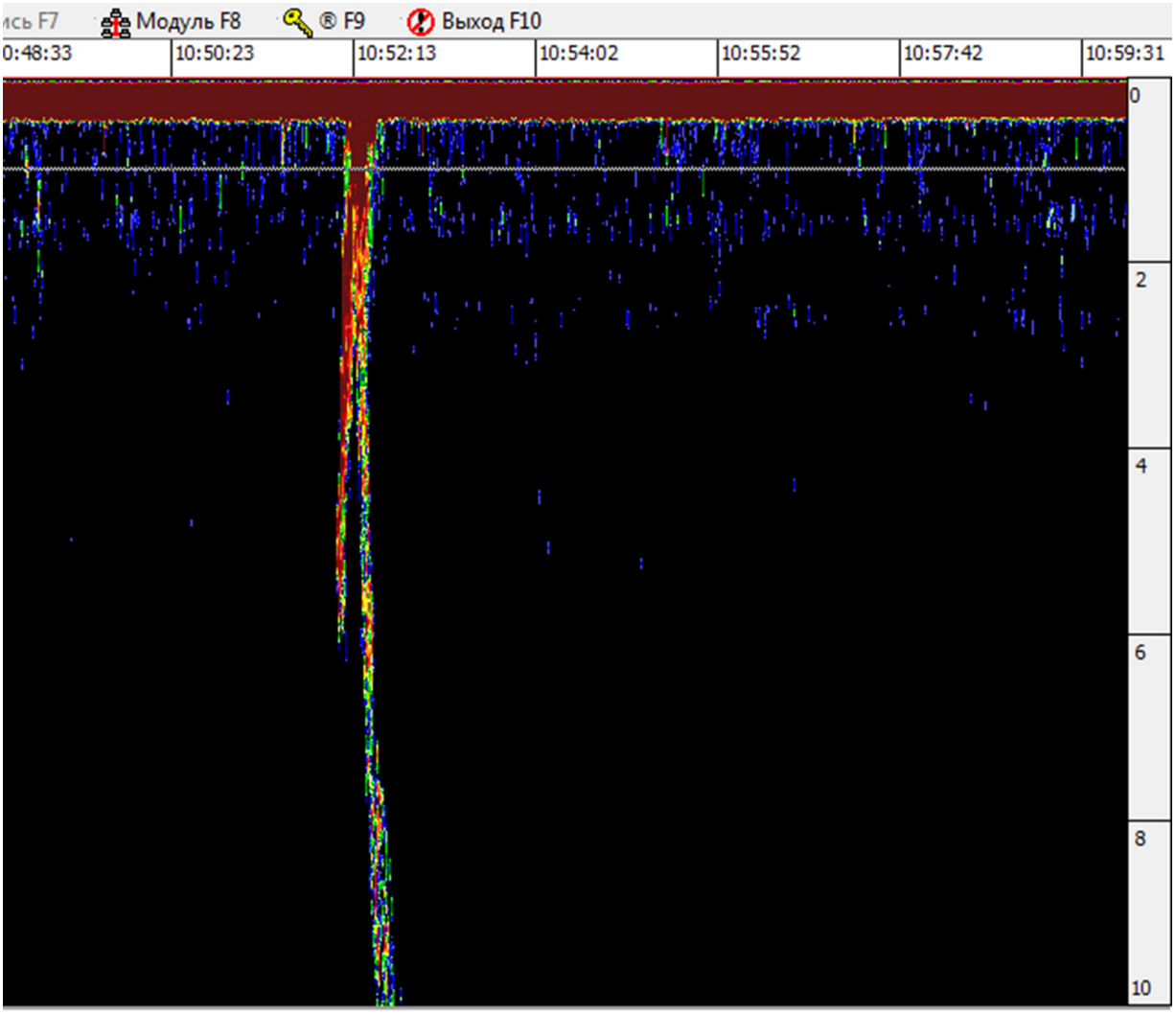

Рис. 4.3.16. Запись прохождения плавсредства через зону регистрации комплекса (локальная помеха)

Затраты времени на обработку одного файла данных при работе четырех гидроакустических станций составляют от 5 до 15 минут в зависимости от наличия шумов на эхограмме. Для получения результирующего количества производителей рыб за сутки работы комплекса требуется 1,5–2 часа работы оператора.

5. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Работы по размещению гидроакустических комплексов и их обслуживанию проводятся только на плавсредствах, закрепленных за экспедицией. При настройке и обслуживании комплексов необходимо выполнять требования Правил по охране труда на морских судах и судах внутреннего водного транспорта, утвержденных Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.12.2020 № 886н (Приказ.., 2020).

Все плавсредства, используемые для обслуживания гидроакустических рыбоучетных систем, должны быть зарегистрированы в установленном порядке и обеспечены не менее, чем одним спасательным кругом и спасательными жилетами по числу работающих.

Ответственность за безопасные условия работы людей, находящихся в плавсредствах, несет старший рабочей группы. Он обязан постоянно следить за людьми и в случае необходимости быть готовым немедленно оказать помощь.

Надводный борт рабочей лодки при полной нагрузке должен составлять не менее 0,3 высоты борта. Лодки должны быть оборудованы конструктивными средствами, обеспечивающими их непотопляемость.

Стационарные двигатели моторных лодок должны быть снабжены устройствами, обеспечивающими движение лодки на передний и задний ход и работу двигателя на холостом ходу. Маховик, вентилятор, храповое устройство и валовая линия двигателя должны быть защищены предохранительными кожухами. Открытые части выхлопного трубопровода подлежат теплоизоляции с температурой поверхности не более 45 °С.

При использовании моторных лодок с подвесными моторами следует строго руководствоваться указаниями завода-изготовителя относительно допускаемой грузоподъемности лодки, мощности мотора и условий плавания. Заправку бензином следует проводить на стоянке.

При запуске подвесных моторов запрещается наматывать на руку пусковой шнур.

Старший по лодке назначается при каждой поездке на лодке и несет ответственность за соблюдение правил по технике безопасности. Все находящиеся в лодке люди должны быть одеты в спасательные жилеты. Операции по размещению гидроакустических станций и их обслуживанию должны выполняться безопасными приемами и методами.

При переездах лицам, находящимся на катерах и лодках, запрещается:
- стоять;
- сидеть на бортах и транцевой доске;
- ходить по банкам;
- перемещаться и меняться местами без разрешения старшего по лодке;
- курить и пользоваться открытым огнем;
- пересаживаться из лодки в лодку на воде (в исключительных случаях на глубине не более 1 м и небольших скоростях течений допускается пересадка с соблюдением мер предосторожности);
- держать руки на планшире при стоянке, подходе и отходе от причала или борта судна.

Запрещается:
- производить работы и передвигаться на реках и водоемах на лодках и понтонах при ветре свыше 4 баллов при наличии ледохода, в тумане, в темное время суток;
- переправляться в лодке через пороги и стремнины (в таких местах люди и грузы переправляются по берегу);
- находиться людям в буксируемой лодке.

При подходе к неизученному берегу на носу лодки или катера должен находиться впередсмотрящий с шестом или наметкой. Подходить следует малым ходом. При наличии подводных препятствий следует проталкиваться на шестах. При переездах людей и грузов и всех видах работ на лодке или катере должно находиться не менее двух человек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При существующем уровне интенсивности промысла тихоокеанских лососей основной угрозой стабильности их естественного запаса является возможность перелова, приводящая к дефициту производителей на нерестилищах. Система управления промыслом в настоящее время основывается на оценках величины нерестовых подходов и принятии оперативных управленческих решений для реализации основополагающего принципа — приоритета пропуска перед промыслом. Внедрение гидроакустических систем для учета производителей тихоокеанских лососей позволяет оперативно решать задачи управления промыслом в части обеспечения оптимального пропуска на нерестилища производителей.

Использование приборов, работающих в разных диапазонах частот и дальности обнаружения целей, позволяет осуществлять сканирование всего сечения реки без потерь регистрации гидробионтов в «слепой зоне» излучателей, что дает возможность провести количественную оценку производителей тихоокеанских лососей, избежавших пресса промысла на высоком уровне статистической значимости.

Обслуживание гидроакустических рыбоучетных комплексов, применяемых для количественной оценки производителей тихоокеанских лососей, не требует большого числа высококвалифицированных сотрудников: вполне достаточно одного-двух операторов, обеспечивающих бесперебойное электропитание и обработку получаемых материалов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Дегтев А.И., Шевляков Е.А., Малых К.М., Дубынин В.А. 2012. Опыт оценки численности молоди и производителей тихоокеанских лососей гидроакустическим методом на путях миграции в пресноводных водоемах // Известия ТИНРО. Т. 170. С. 113–135.

Лекомцев В., Титаренко Д. 2011. Современные средства подводного звуковидения // Современные технологии автоматизации. Т. 3. С. 36–46.

Малых К.М., Демченко Д.В., Дубынин В.А., Коваленко М.Н. 2020. Оценка численности мигрирующих на нерест производителей нерки (*Oncorhynchus nerka*) стада р. Озерной гидроакустическим методом // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. Вып. 56. С. 63–73.

Малых К.М., Демченко Д.В., Кондрашенков Е.Л., Коваленко М.Н. 2017. Опыт использования гидроакустических комплексов в качестве средств учета производителей тихоокеанских лососей во внутренних водоемах Камчатского края / Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности РФ : Матер. I Нац. заоч. науч.-тех. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз. С. 61–67.

Малых К.М., Фадеев Е.С. 2013. Использование гидроакустических средств для количественного учета тихоокеанских лососей в период ската молоди и нерестовых миграций производителей / Матер. отчетной сессии ФГУП «КамчатНИРО» по итогам научно-исследовательских работ в 2012 г. Петропавловск-Камчатский: Камчат-НИРО. С. 209–215.

Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.12.2020 № 886н «Об утверждении Правил по охране труда на морских судах и судах внутреннего водного транспорта» (зарегистрирован 30.12.2020 № 61969). [Электронный ресурс] Официальный интернет-портал правовой информации URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012310009 (дата обращения: 02.04.2026).

Терминологический словарь-справочник по гидроакустике. 1989. Р.Х. Бальян, Э.В. Батаногов, А.В. Богородский и др. Л.: Судостроение. 368 с.

DIDSON Sonar Installation on the Bartlett River. 2011. Environmental Assessment. AK: USDI National Park Service, Glacier Bay National Park and Preserve. 37 p.

Enzenhofer H.J., Cronkite G. 2005. A simple adjustable pole mount for deploying DIDSON and split-beam transducers // Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. Vol. 2570. 14 p.

Holmes J.A., Cronkite G., Enzenhofer H., Mulligan T. 2006. Accuracy and precision of fish-count data from a “dual-frequency identification sonar” (DIDSON) imaging system // ICES Journal of Marine Science. Vol. 65, p. 543–555.

Maxwell S.L., Gove N.E. 2004. The feasibility of estimating migrating salmon passage rates in turbid rivers using a dual-frequency identification sonar (DIDSON) 2002. Alaska Department of Fish and Game, Regional Information Report No. 2A04-05. Anchorage.

Методическое пособие

Малых К.М., Демченко Д.В., Сошин А.В., Адамов А.А.,
Субботин С.И., Кондрашенков Е.Л., Нагорнов А.А., Коваленко М.Н.

Методическое пособие по организации проведения количественного учета производителей тихоокеанских лососей в реках Камчатки при помощи гидроакустических комплексов

Оригинал-макет создан в полном соответствии с качеством предоставленных авторами оригиналов рисунков, графиков и таблиц

Подписано к использованию 20.10.2026

Издатель:
Камчатский филиал Государственного научного центра Российской Федерации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
683000 Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18
Тел./факс: (4152) 41-27-01
E-mail: kamniro@vniro.ru