

СОДЕРЖАНИЕ

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ПРОМЫСЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОЛОВЕЦКИХ СУДОВ	9
1.1 Основное о рыбопромысловых судах	9
1.2 Рыбопоисковая аппаратура	13
1.3 Состав рыбопоисковой аппаратуры промыслового судна.....	18
2. АНАЛИЗ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЛОВА, ТРЕБОВАНИЯ К АВТОМАТИКЕ	22
2.1 Комплексирование навигационной и промысловой аппаратуры.....	22
2.2 Анализ задач рыбопоисковой системы	25
2.3 Требования к РПА	31
3. ФОРМИРОВАНИЕ СОСТАВА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	34
И ВЫБОР ЕЕ АППАРАТНЫХ КОМПОНЕНТОВ	34
3.1 Формирование состава системы РПА.....	34
3.2 Выбор эхолота	35
3.3 Выбор подкильного гидролокатора.	38
3.4 Выбор буксируемого гидролокатора.....	39
3.5 Выбор устройства контроля параметров орудий лова	41
4. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ НА КОНКРЕТНОМ ПРИМЕРЕ	51
4.1 Расположение оборудования РПА на промысловом судне.....	51
4.2 Использование проектируемой РПА при промысле	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	60

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Добывающее судно – судно промыслового флота для ведения водного промысла и обработки объектов водного промысла.

Рыбопоисковая аппаратура - приборы и устройства для поиска рыбы, морских млекопитающих и других водных организмов.

Трал - высокопроизводительное буксируемое (тралирующее) сетное отцеживающее орудие лова, используемое для ловли рыбы с судов.

Гидролокатор - прибор обнаружения подводных объектов при помощи звуковых сигналов (акустического излучения).

Эхолот - специализированный гидролокатор, прибор для измерения глубины водоема при помощи гидроакустических эхо-сигналов.

Гидрофон - прибор для приёма звука и ультразвука под водой.

ВВЕДЕНИЕ

Рыба и рыбопродукты являются очень важным и полезным элементом в пищевом рационе человека. Особая важность и незаменимость рыбы и морепродуктов обусловлена, прежде всего, хорошо сбалансированным химическим составом. Рыбопродукты являются источником полноценного белка, отличающегося по свойствам от белков теплокровных животных. Белки мяса рыб легко усваиваются в организме человека и обладают наиважнейшей способностью синтеза некоторых ядовитых веществ в трудно растворимые комплексы, которые после выводятся из организма.

Ценной составляющей рыб, особенно океанических, является жир. Жиры рыб легко перевариваются и усваиваются организмом человека. Также в составе рыбьих жиров присутствуют биологические активные полиненасыщенные жирные кислоты и витамины А, D, Е.

В рыбопродуктах содержится большое количество необходимых минеральных веществ, среди которых преобладают: фосфор, кальций, калий, магний, сера, натрий, медь, кобальт, йод, фтор. Благодаря большому содержанию данных элементов, рыбные продукты наилучшим образом влияют на нормальный обмен веществ в организме человека и предотвращают огромное количество разных заболеваний.

Исходя из вышеперечисленных фактов, можно с уверенностью сказать, что рыба и морепродукты рекомендуются как обязательная часть рациона питания на протяжении всего жизненного цикла человека. Поэтому добыча и переработка рыбопродуктов является важной задачей. Главным инструментом для добычи рыбы и морепродуктов являются суда.

Россия имеет в своем составе достаточно большой промысловый флот – среди добывающих судов, которые по классификации относятся к крупным (длиной более 100 м) – 25 единиц, большим (65 – 100 м) – 177 судов, средним (34 – 65 м) – 850 судов и малым (24 – 34 м) – 339 судов. Только с 1995г. в РФ количество судов рыбопромыслового флота уменьшилось на треть и продолжает сокращаться.

Основной проблемой сокращения промысловых судов является физический износ и устаревание. Средний возраст рыболовных судов составляет – 30,9 лет. Таким образом основу российского промыслового флота составляют суда возраста, превышающего нормативный срок службы. Промысловые суда, эксплуатируемые с превышением своего нормативного срока службы, имеют следующие недостатки:

- большой риск аварийности;
- большой объем ремонтных работ и техобслуживания;
- небольшие производственные мощности;
- меньшая степень автоматизации;
- небольшая вместимость продуктов промысла;
- наибольший вред окружающей среде.

Данные недостатки, в совокупности, негативно сказываются на объеме вылова морепродуктов, снижают маржинальность рыбопромысла, повышают риск работы в море. Поэтому физический износ и моральное устаревание флота требуют реальных мер по его обновлению.

На сегодняшний день в целях обновления промыслового флота в России разработаны меры поддержки отечественного судостроения, среди них особое место имеет выделение квот на строительство новых рыбопромысловых судов. Согласно стратегии Развития судостроительной промышленности до 2035 года, для удовлетворения потребности внутреннего рынка необходимо строительство 1640 рыбопромысловых судов. Новейшие промысловые суда имеют современную рыбопоисковую аппаратуру, рыбные фабрики и цеха для переработки продуктов рыбопромысла, большие площади для хранения рыбы и, в совокупности, все это оборудование образует огромную систему, которая эффективно справляется с задачей вылова, переработки и хранения рыбных продуктов. Использование специализированных судов с высокой степенью механизации и автоматизации позволяет прямо в море производить полностью готовый продукт (замороженную рыбу, консервы, рыбную муку и т.д.). Производство полностью готового продукта прямо в море позволят отказаться от заводов на суше и положительно

влияет на стоимость конечного товара. При этом качество рыбной продукции остается на высоком уровне за счет тотального контроля на всем периоде выхода в море. Именно поэтому строительство данных судов является актуальной задачей в современном мире.

Однако, имея огромное количество разнообразной аппаратуры на рыбопромысловых судах, возникает архиважная задача централизованного управления данными системами. Именно поэтому **целью** данной выпускной квалификационной работы является изыскание и разработка модуля системы управления оборудованием рыболовецкого судна.

Актуальность темы ВКР обусловлена, прежде всего, осуществимостью практического использования системы управления промысловым оборудованием с целью автоматизации управления и повышения эффективности промыслового судна, в первую очередь, за счет снижения контуров управления.

Предмет исследований – модуль системы управления оборудованием рыболовецкого судна.

Цель исследования – обоснование модели построения и использования модуля СУ на промысловых судах.

Полученный результат – централизованная система управления рыбопромысловым оборудованием на рыболовецком судне.

Для достижения поставленной цели должны быть решены **основные задачи**:

1. Описание состава, назначения, устройства и принципа действия устройств, предназначенных для разведки, вылова, переработки и хранения рыбных продуктов.
2. Перечень задач, которые должны решать средства автоматизации для обеспечения эффективного функционирования технических средств, и требования к автоматике.
3. Формирование состава системы автоматизации и выбор её аппаратных компонентов.
4. Пример реализации системы.

1. ПРОМЫСЛОВЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОЛОВЕЦКИХ СУДОВ

1.1 Основное о рыбопромысловых судах

Огромная часть рыбной продукции, которая попадает на наш стол, добывается различными способами морского промысла. Для этого используются промысловые суда, которые имеют в своем арсенале все необходимое для эффективного вылова рыбы и незамедлительной переработки улова.

В зависимости от назначения суда подразделяются на:

- добывающие;
- добывающе-перерабатывающие;
- перерабатывающие;
- обслуживающие.

Техническое оснащение и особенности промысловых судов полностью зависят от формы организации промысла. Промысел может быть экспедиционным или автономным.

Обработкой и транспортировкой рыбы занимаются производственно-транспортные суда. Некоторые добывающие суда могут не только вылавливать рыбу, но и частично её обрабатывать, но если они выходят в экспедиционное плавание (на длительный период времени), то также сдают улов транспортным судам или рефрижераторам. В данной работе разрабатывается система для управления устройствами рыбопромысла, поэтому рассмотрим добывающие суда.

Согласно [1], добывающее судно – судно промыслового флота для ведения водного промысла и обработки объектов водного промысла. Далее рассмотрим основные классы добывающих судов для ловли рыбы.

Сейнер (рис.1.1) – добывающее судно, в котором для промысла используют кошельковый невод или снюрревод. Кошельковый невод – это обкидное крупное отцеживающее орудие лова обычно прямоугольной формы. Длина невода обычно в несколько раз больше его высоты. При ловле с помощью кошелькового невода косяк окружается, а затем стягивается.



Рис. 1.1 – Рыболовный сейнер типа РС-600

Сейнер представляет собой небольшое однопалубное судно (от 25 до 70 м в длину). В носовой части рыболовных сейнеров располагается надстройка, а в кормовой части судна имеется сейнерная площадка, которая предназначена для разгрузки орудия лова и обработки рыбы. Так же в кормовой части находится поворотная площадка, служащая для выметывания невода. Основное рабочее оборудование сейнера – устройства для выбирания и укладки невода (палубная лебёдка, подъёмный кран и др.), холодильники для хранения рыбы и рыбообрабатывающие машины.

Следующим типом рыболовных судов являются **траулеры** (рис.1.2). Траулеры являются самыми распространенными типами рыбопромысловых судов. Данный тип судна для промысла использует одну или несколько траловых сетей.

Траловые сети представляют собой сетные мешки, которые при помощи лебедки и двух стальных тросов буксируют за траулером. В зависимости от горизонта лова по конструктивному выполнению тралы могут быть разноглубин-

ными, придонными и донными. Траулеры имеют высокий коэффициент автономности и могут нести на своем борту огромные запасы топливных и продовольственных ресурсов.



Рис. 1.2 – Рыболовный траулер проекта 170701

Траулеры имеют в своем составе траловые лебедки, на барабан которых наматывается до 4 километров троса, что позволяет вести промысел на больших глубинах. Траловые сети поднимаются на борт промыслового судна через слип.

Технологическое оборудование, предназначенное для переработки рыбных продуктов, состоит из множества механизированных линий, конвейеров для разделки и мойки рыбы, оборудования для консервирования рыбных продуктов, а также оборудования для изготовления рыбной муки и жира. Большая часть траулеров оснащено автоматизированной аппаратурой для поиска рыбных косяков и контроля параметров орудий лова.

Рыболовные суда, использующие ярусный способ рыбной ловли, получили название **ярусоловы** (рис 1.3).

Ярусный лов — это способ промышленного рыболовства объектов водного промысла, при котором используется снасти с крючками, на которые насаживается наживка. Крюковые снасти прикреплены через определенные промежутки.

По способу установки ярусные порядки делят на:

- Стационарные ярусные порядки. Устанавливаются на якорях, используются на малых судах;
- Дрейфующие ярусные порядки. Используются на больших глубинах, когда применение якорей затруднено.

Протяженность яруса, в некоторых случаях, достигает 5000 м, а количество крючков 4500 штук. Существует два способа нанизывания наживки на крючки — ручной и автоматический.



Рис. 1.3 - Ярусолов проекта MT 1112XL

При промысле трос разматывают, опуская в воду в месте крупного скопления рыбных косяков, и тунец, треска или палтус хватают наживку, заглатывая с ней крючок. Через некоторый промежуток времени ярус поднимают, выловленный улов снимают с крючков и отправляют на переработку, затем заморажи-

вают. Современные суда данного типа оснащены автоматическим оборудованием, которое позволяет эффективно подготавливать снасти к лову и перерабатывать пойманную рыбу.

Проанализировав основные типы рыболовных судов можно выделить следующие задачи промыслового судна:

1. Обнаружение и вылов рыбных скоплений.
2. Переработка рыбопродуктов.
3. Хранение рыбопродуктов.

Использование современного РПА в совокупности с навигационным оборудованием позволяет оптимизировать процесс управления судном и сократить число проловов. Использование автоматизированных рыбофабрик и систем для управления температуры в трюмах позволяют эффективно перерабатывать рыбопродукты с последующим их хранением. Все эти системы, в совокупности, предназначены для эффективного выполнения приведенных выше задач в большей степени за счет высокой степени автоматизации.

1.2 Рыбопоисковая аппаратура

Процессы, происходящие при распространении волн в водной среде, сложны и многообразны. Они приводят к изменению скорости и направления распространения волн. В водной среде происходит поглощение, рассеяние и отражение акустических волн. Отражения волн от различных объектов морской среды имеют практическое значение: их используют для поиска и обнаружения промысловых объектов. Экспериментальные данные интенсивности отражения от рыб применяют для решения промысловых задач и конструирования гидроакустической аппаратуры.

Изначально активная гидролокация использовалась только для измерения глубин под килем судна. Первые эхолокационные системы появились в Великобритании и США в 1925г, а в 1938 г. в США сформировалось первое производство гидролокаторов. Однако практическое применение гидроакустических средств для обнаружения рыбных скоплений началось только в 50-е гг. Так же к

этому периоду времени относят появление гидроакустической техники – рыбопоисковой аппаратуры. [2, с. 13]

Гидроакустическая РПА является наиболее типичным представителем гидроакустических систем. Она имеет большое количество вариантов построения, которые могут отличаться методами технического исполнения, обработки гидроакустической информации, способами локации, методами обзора акватории, типами решаемых задач и т.д. Гидроакустические системы, применяемые для промысла морских гидробионтов, включает в себя:

- системы для обнаружения рыбного косяка в районе лова, количественной оценки скопления рыбы, определения динамики движения рыбы и глубины нахождения рыбных скоплений, необходимых для эффективного использования орудий лова;
- аппаратуру контроля параметров орудий лова.

В настоящее время для поиска скопления рыбы используется два основных гидроакустических способа подводной локации:

- пассивный;
- активный.

Пассивная гидролокация – способ обнаружения и определения свойств подводных объектов, основанный на приеме и обработке акустических сигналов, излучаемых самими объектами. Структурная схема пассивного гидролокатора представлена на рис. 1.4.



Рис. 1.4 – Структурная схема работы пассивной гидроакустической системы

Принцип работы пассивного гидролокатора следующий. Звуковые волны, излученные подводным объектом, поступают на приемную антенну, где происходит конвертирование акустической энергии в электрические сигналы, затем

они усиливаются и поступают на устройство отображения информации. Рыбные объекты являются источником относительно не мощного гидроакустического поля, поэтому пассивную гидролокацию как метод подводного наблюдения в рыбопоисковой технике используют крайне редко и применяют только для специальных целей.

Активная гидролокация – способ обнаружения и установления свойств подводных объектов, основанный на излучении гидроакустических сигналов в водную среду, приеме и обработке эхо-сигналов, возникающих в результате отражения акустических волн от этих объектов. Структурная схема работы пассивного гидролокатора изображена на рис. 1.5.



Рис. 1.5 – Структурная схема работы активной гидроакустической системы

Принцип работы активного гидролокатора следующий. Акустические сигналы с генератора поступают на излучающую антенну, там они преобразуются из электрической энергии в акустическую и излучаются в водную среду. Достигнув подводных объектов, звуковые волны отражаются и далее поступают на приемную антенну, усиливаются и поступают на устройство отображения информации.

Гидроакустические системы активного действия подразделяются на

- Гидролокаторы вертикального действия;
- Гидролокаторы горизонтального действия;
- Гидролокаторы горизонтально-вертикального действия.

Наибольшее распространение имеет гидроакустическая рыбопоисковая аппаратура *вертикального действия*, обеспечивающая зондирование водной среды под килем судна в вертикальном направлении. В ней осуществляется периодическое излучение импульсов акустических колебаний в направлении грунта генераторным устройством с помощью антенны. Приходящие от различных объектов отраженные эхосигналы принимаются антенной и воспроизводятся на многоцветных дисплеях, обеспечивающих отображение поступающих последовательно эхосигналов. На рис. 1.6 представлено отображение информации (оцифрованной) современной промышленной аппаратуры вертикальной локализации на экране дисплея.

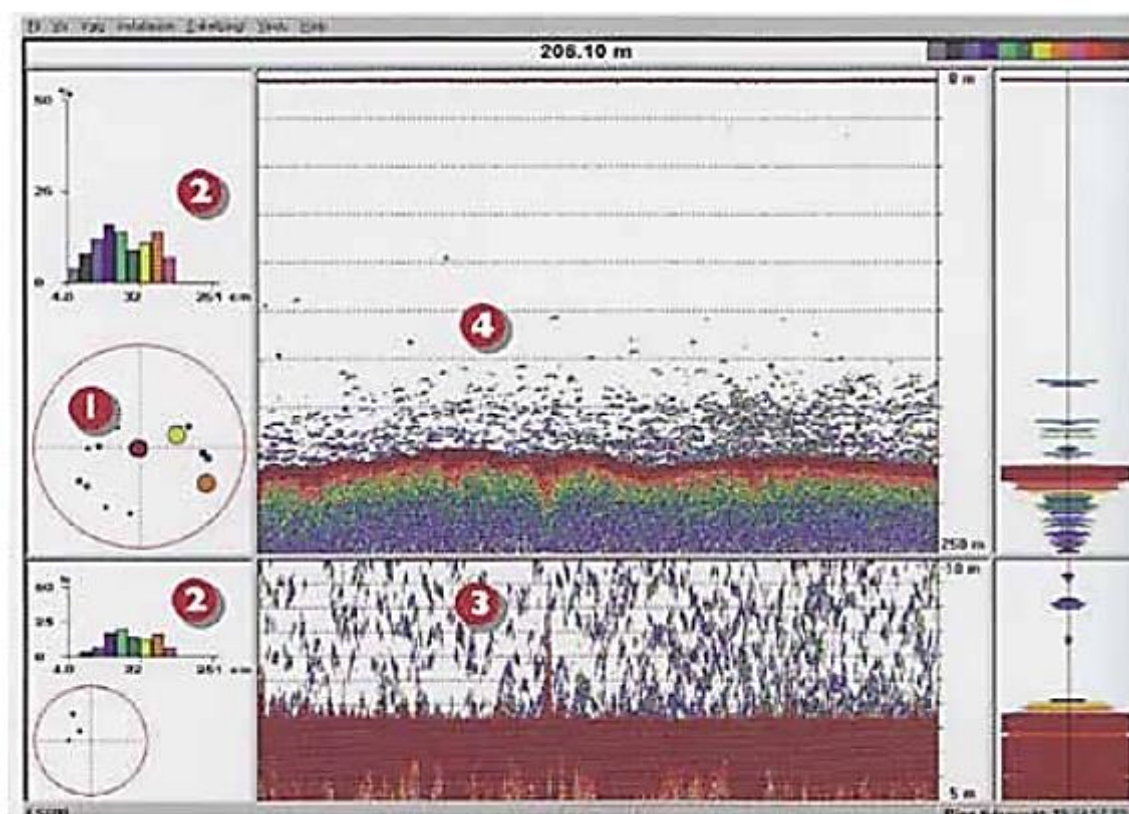


Рис 1.6. – Отображение информации на экране многоцветного дисплея современного промышленного эхолота вертикального действия:

1 – положение отдельных рыб в пределах зоны действия; 2 – гистограммы размерного распределения обнаружения рыб; 3 – эхограмма с придонного слоя; 4 – эхограмма с обзорного диапазона

Основным недостатком эхолокационных систем вертикального действия является сравнительно небольшая область сканирования (непосредственно под

килем судна), что усложняет прицельное применение орудий лова и уменьшает вероятность обнаружения рыбных скоплений на удалении от судна.

Гидролокаторы горизонтального действия являются одной из разновидностей судовых эхолокационных систем. Наибольшее распространение получили гидролокаторы шагового обзора, т.к. они имеют простую конструкцию и небольшие габариты. Однако для более эффективного поиска морских гидробионтов в современном мире все чаще применяются гидролокаторы секторного и кругового обзора.

Гидролокаторы горизонтально-вертикального действия имеют два режима работы:

- режим первоначального поиска рыбного скопления в горизонтальной плоскости на расстоянии от судна;
- режим вертикального действия, который применяется при сближении с обнаруженным рыбным скоплением.

Однако высокая эффективность такой аппаратуры достигается путем усложнения конструкции.

Современные рыбопоисковые системы имеют различные технические параметры. Основными параметрами эхолокационных систем являются – дальность и глубина обнаружения. По данным параметрам гидролокаторы делятся на:

- гидролокаторы для обнаружения объектов промысла в прибрежной зоне и внутренних мелких водоемов (глубина обнаружения рыбы до 50 – 100 м);
- гидролокаторы малого радиуса действия (глубина до 300 м, дальность до 500 м);
- гидролокаторы среднего радиуса действия (глубина до 600 – 700 м, дальность до 1000 – 2000 м);
- гидролокаторы большого радиуса действия (глубина свыше 600 м, дальность до 3000 – 6000 м).

Средства контроля за орудиями лова, основанные на принципах гидроакустики, позволяют осуществлять прицельный лов рыбы, управляя перемеще-

нием орудий лова по курсу и глубине и контролируя их рабочие параметры непрерывным сопоставлением текущей информации о перемещении косяка рыбы и местонахождении относительно косяка сетей или тралов. Контроль параметров орудий лова позволяет повышать эффективность лова на 8-10%

Наиболее простым устройством, предназначенным для контроля параметров орудий лова, является сетевой зонд, который обеспечивает измерение глубины хода траловой сети. Зонд может подключаться к любому рыболокатору.

Основным элементом зонда является акустическая антенна, которая крепится прямо на трал (обычно на верхней подборе трала). Эта антенна соединена с находящимся на судне прибором для приема информации. Создание акустических импульсов, усиление принимаемых сигналов, обработку эхосигналов выполняют тракты гидролокатора. Более сложные сетевые зонды позволяют контролировать множество параметров орудий лова (температуру воды, расстояние между траловыми досками, расстояние от подборы трала до грунта и т.д.). В настоящее время существуют зонды с гидроакустическим каналом связи, что упрощает использование данных систем.

В заключении необходимо сказать, что гидроакустические системы для обнаружения рыбных скоплений являются незаменимыми в промышленном рыболовстве. Именно гидроакустические системы являются самыми эффективными средствами для подводного наблюдения, т.к акустические колебания, в отличие от других видов энергии, способны передаваться в воде на большие расстояния.

1.3 Состав рыбопоисковой аппаратуры промыслового судна

Современные рыбопромысловые суда оснащаются комплектом рыбопоисковой гидроакустической аппаратуры, позволяющей судоводителю получать информацию о подводной ситуации: местоположении обнаруженных рыбных скоплений, их значимости, размерах и направлении движения. Рассмотрим состав РПА современного промыслового судна (рис .1.7).

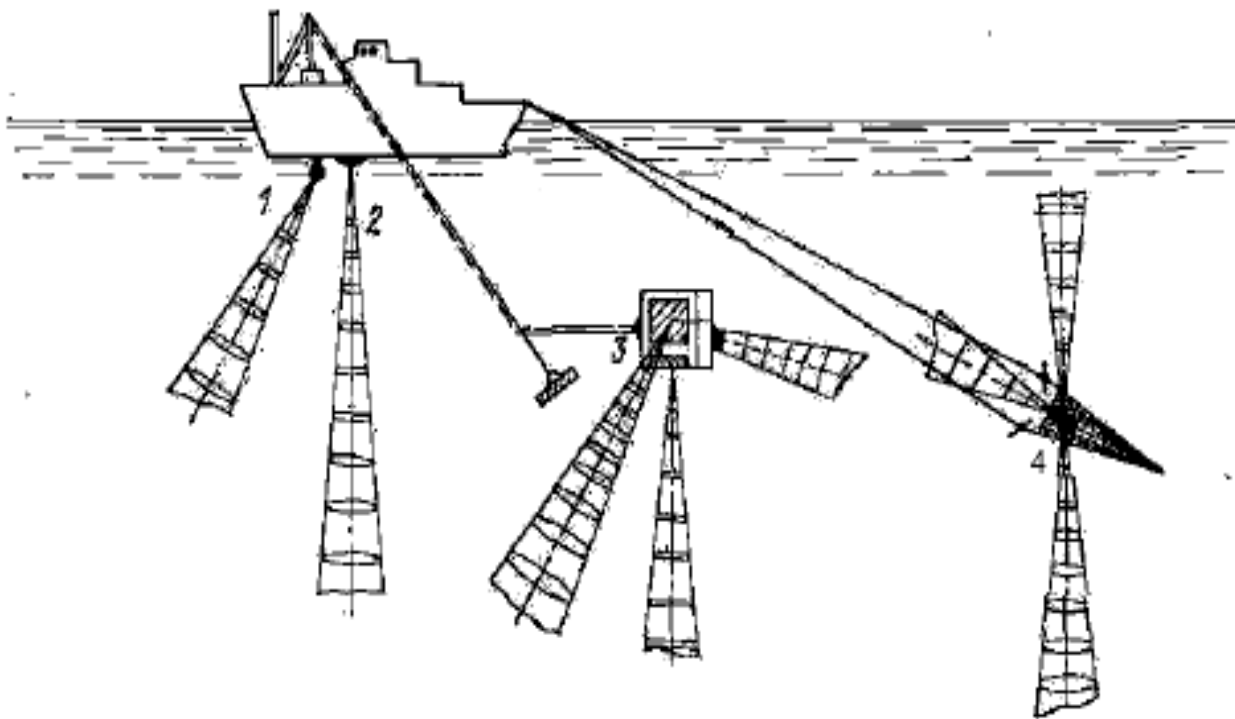


Рис. 1.7 – Состав РПА рыболовецкого судна: 1 – подкильный гидролокатор, 2 – подкильный эхолот, 3 – буксируемый гидролокатор, 4 – подводный прибор системы контроля параметров орудий лова.

Из рис. 1.7, мы видим, что основными элементами рыболовецкого судна являются следующие подклассы:

1.3.1 Эхолоты. Основная задача, которую выполняют эхолоты – определение глубины и обнаружение рыбных скоплений непосредственно под килем судна на заданных глубинах. Упрощенная структурная схема эхолота приведена на рис. 1.8.

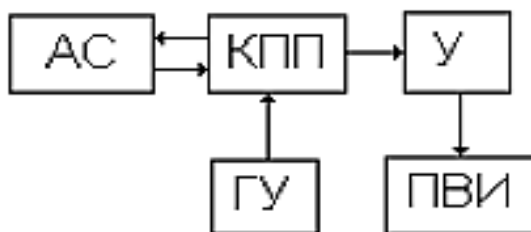


Рис 1.8 - Упрощенная структурная схема эхолота

Принцип действия эхолота заключается в следующем: формируемые генераторным устройством (ГУ) мощные электрические импульсы подаются на аку-

стическую систему (АС), преобразуются в механические колебания и в виде акустических зондирующих импульсов излучаются в воду. Отраженные от различных объектов акустические сигналы улавливаются в АС, затем конвертируются в электрические сигналы, после этого усиливаются при помощи усилительного тракта (У) и затем поступают в приборы воспроизведения информации (ПВИ). Глубина до грунта определяется по промежутку времени (скорость распространения звука в воде в среднем 1480 метров в секунду) после отражения сигнала от грунта. Коммутатор приема–передачи (КПП) используется в данной системе для переключения между приемом и передачей информации.

1.3.2. Гидролокаторы. Основными задачами, которые выполняют гидролокаторы являются: поиск, обнаружение, классификация рыбных скоплений вдали от судна. Гидролокаторы обеспечивают возможность осуществления судном маневра для эффективного наведения орудий лова на обнаруженное рыбное скопление. По принципу действия гидролокаторы схожи с эхолотами. Основным отличием гидролокаторов является наличие большой зоны обзора. Поэтому данные системы отображают информацию обо всей подводной ситуации вокруг судна. Упрощенная схема гидролокатора изображена на рис. 1.9.

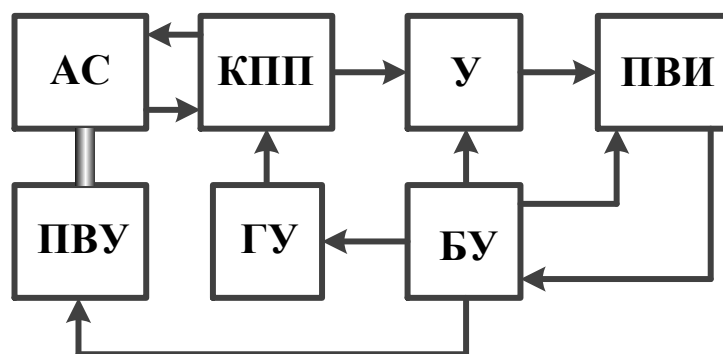


Рис 1.9 - Упрощенная схема гидролокатора

Данное преимущество достигается установкой акустических антенн в специальных поворотно-выдвижных устройствах (ПВУ), обеспечивающих разворачивание антенн в горизонтальной плоскости на угол до 360° и в вертикальной плоскости на угол до 90° (иногда и больше) по сигналам от блока управления

(БУ), и, следовательно, зондирование всей нижней полусферы водного пространства.

1.3.3 Системы контроля параметров орудий лова. Приборы контроля параметров орудий лова или, как их иногда называют, сетевые зонды, относятся к телеметрической аппаратуре и предназначены для получения данных об эксплуатационных параметрах орудий лова и о подводной ситуации в зоне их действия.

Проанализировав большое количество современных промысловых судов, можно с уверенностью сказать, что данный состав РПА является стандартом на современных рыболовных судах. Главным преимуществом системы, с таким набором РПА, в первую очередь, является высокая эффективность за счет высокой степени автоматизации. Далее разберем средства автоматизации, необходимые для управления РПА, а также требования, предъявляемые к автоматике.

2. АНАЛИЗ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЛОВА, ТРЕБОВАНИЯ К АВТОМАТИКЕ

2.1 Комплексирование навигационной и промысловой аппаратуры

Эффективная работа промыслового судна в наибольшей степени зависит от уровня автоматизации процессов лова. Процесс лова состоит из несколько этапов, большинство из которых для своей автоматизации требуют обработки большого потока входящей информации и выдачи управляющих воздействий в короткий промежуток времени. Поэтому надлежит брать в расчет состояние движения рыболовецкого судна в период лова рыбы. Качественно улучшить процесс управления судном и минимизировать разрыв между количеством данных и возможностью их использовать можно при использовании автоматизированных систем управления рыбопоисковым оборудованием.

В последнее время при проектировании новой автоматизированной системы управления процессами лова большое внимание уделяется вопросу комплексирования аппаратуры – логическому и функциональному объединению в единое целое отдельных типов аппаратуры с различными задачами, режимами работы и методами обнаружения с целью повышения производительности поиска, улучшения эффективности процесса облова, максимальной унификации и надежности систем. Эти комплексы проектируются с учетом решаемых задач конкретного промыслового судна. Так же при проектировании автоматизированных систем РПА учитывается взаимодействие входящих в данную систему устройств и их взаимозаменяемости при различных ситуациях в море.

Самым явным примером комплексирования автоматизированных систем РПА является гидроакустическая рыбопромысловая система представления промысловой ситуации процессами лова. Она предназначена для обработки в реальном масштабе времени информации от гидроакустических и электронавигационных приборов, представления результатов обработки на экране дисплея в удобной для восприятия форме с обязательным отображением взаимного положения судна, орудий лова и обнаруженных скоплений рыбы; выдачи рекомендаций по наведению орудий лова на выбранное для облова рыбное скопление. В основу

гидроакустической судовой аппаратуры входят датчики навигационной и промысловой информации.

Датчиками **навигационной информации** являются курсоуказатели и лаги, используемые для счисления пути судна; визуальные, астрономические, радиотехнические приборы, системы и устройства, предназначенные для определения места судна по результатам измерений навигационных параметров; гидрометеорологические приборы, используемые для учета влияния ветра, течения и других гидрометеорологических факторов на перемещение судна относительно воды и относительно земли.

К датчикам **промысловой информации** относятся эхолокационные системы, применяющиеся для определения различных параметров косяка рыбы; приборы контроля параметров орудий лова, используемые для определения вертикального и горизонтального раскрытия трала, глубины его хода относительно грунта и водной поверхности, положения трала относительно скоплений рыбы, степени наполнения трала и глубины погружения нижней подборы, предназначенные для определения температуры, солености и плотности морской воды на глубине погружения орудий лова; указатели длины и натяжения ваеров.

На современных рыбопромысловых судах в качестве датчиков курса используются гирокомпасы.

Датчики скорости на рыболовецких судах должны иметь высокую точность показаний на небольших скоростях при тралении, поэтому к ним предъявляются особые требования. Обычные гидродинамические лаги не удовлетворяют этим требованиям. Именно поэтому на добывающих судах большое распространение получают чувствительные индикационные лаги-дрейфомеры. Лаг такого типа измеряет две составляющие скорости судна относительно воды – продольную и поперечную, – по которым затем определяют модуль вектора скорости судна относительно воды и угол дрейфа.

С помощью лага-дрейфомера учитывается боковое перемещение судна под действием ветра и под действием боковой составляющей натяжения ваеров.

Основой данной системы являются специальные микропроцессоры, дисплей и блок согласования с источниками информации (интерфейс), обычно включает в свой состав или получает исходную информацию от приборов навигационной и промысловой информации, приведенных выше. На рис. 2.1 изображена структурная схема данной системы.

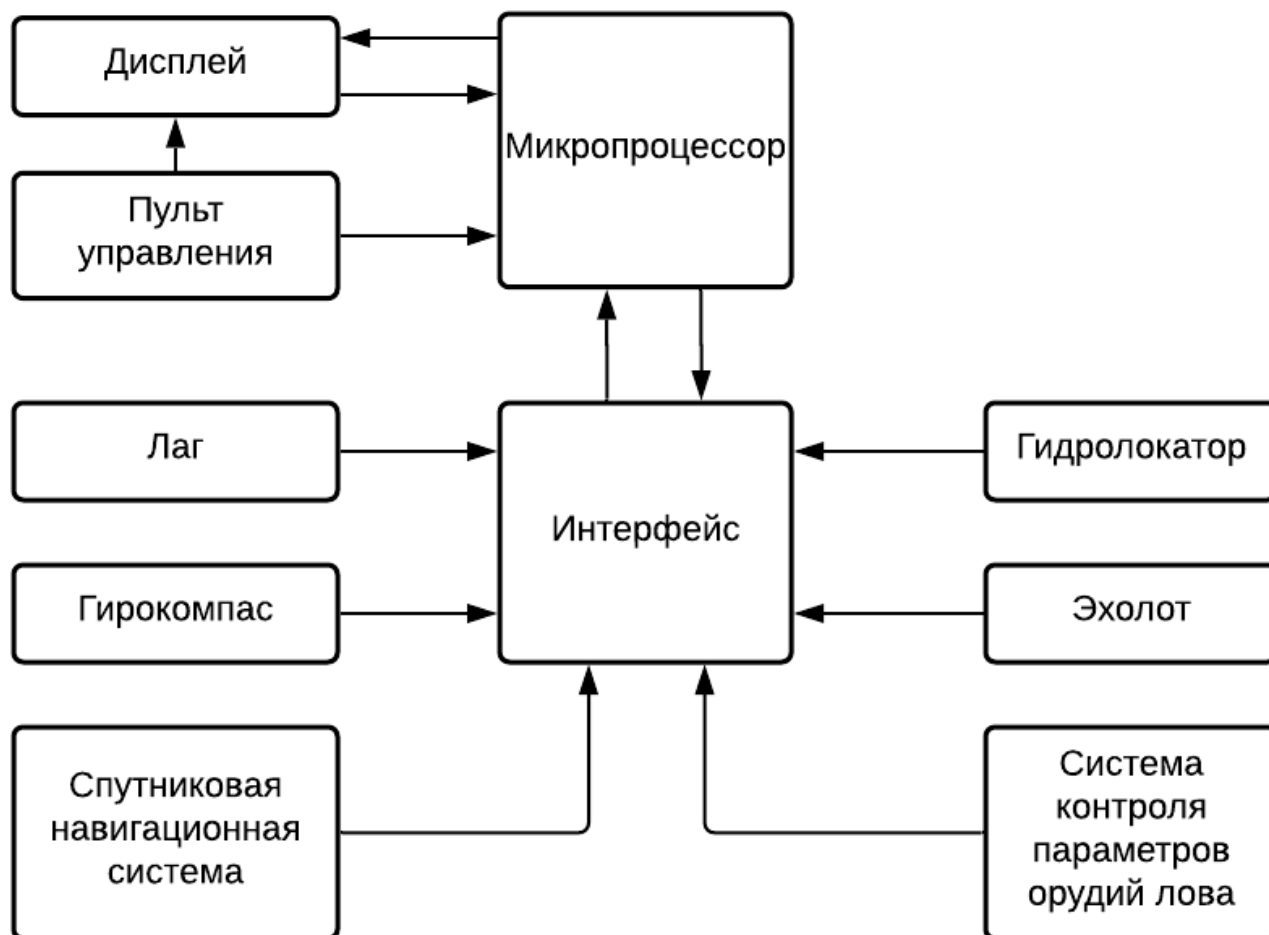


Рис.2.1 – Структура гидроакустической судовой аппаратуры отображения промысловой ситуации лова

Информация, которая поступает от систем, входящих в данный комплекс обрабатывается и воспроизводится на средствах отображения информации в удобном для восприятия виде.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что данная модель управления РПА в согласовании с навигационным оборудованием судна имеет высокую степень автоматизации, минимальное кол-во контуров управления и, в

первую очередь, предназначена для облегчения восприятия промысловой обстановки судоводителем и оказания ему в помощи принятия наилучшего решения. Выбор наилучшего решения судоводителем уменьшает количество проловов и положительно сказывается на эффективности всего судна в целом.

2.2 Анализ задач рыбопоисковой системы

Как было рассмотрено ранее, современные рыбопромысловые суда оснащаются комплектом автоматизированной рыбопоисковой гидроакустической аппаратуры, позволяющей судоводителю получать полную информацию о подводной ситуации. Для оценки эффективности РПА проанализируем основные задачи, которые решаются с помощью данной системы:

2.2.1. Обнаружение рыбных скоплений. Основной функцией эхолокационных систем является обнаружение гидробионтов. Гидроакустическое обнаружение гидробионтов, в конечной цели, сводится к принятию решения о наличии или отсутствии полезного сигнала (цели). Однако прием полезного сигнала происходит в присутствии помех, которые являются основной проблемой в процессе принятия решения.

Для оценки характеристик и возможностей локационной аппаратуры в части обнаружения объектов удобно пользоваться так называемыми уравнениями гидролокатора. Эти уравнения представляют собой соотношения, объединяющие параметры среды, объекта-цели и приборов и служат основой для оценки, расчета и сравнения конкретных типов локационных систем в части выполнения ими поставленных задач. Рассмотрим для примера некоторую активную эхолокационную систему (рис. 2.2).

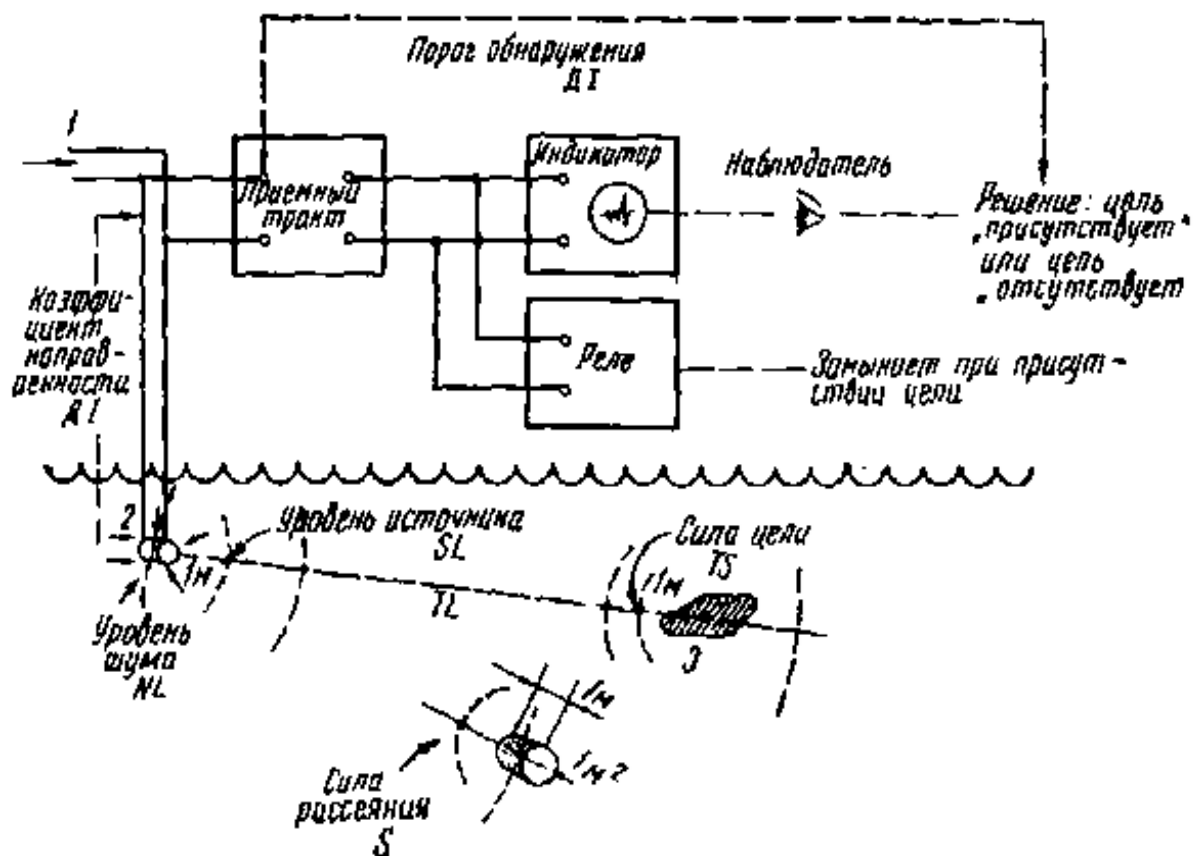


Рис. 2.2 – Эхолокационная система

Источник 1 через акустический преобразователь 2 создает в среде акустические колебания, которые могут быть охарактеризованы некоторой интенсивностью на единице дистанции от преобразователя (например, на расстоянии 1 м). Эта интенсивность, выраженная в децибелах на 1 м от преобразователя, носит название уровня источника SL . Когда излученная волна достигает цели 3 (если ось источника направлена на цель), ее уровень будет уменьшен из-за потерь в среде при передаче TL и становится равным $SL - TL$. После отражения или рассеяния объектом с силой цели TS отраженный или рассеянный уровень энергии будет равен $SL - TL + TS$ на принятом стандартном расстоянии 1 м от акустического центра цели в направлении источника звука. При распространении энергии обратно к источнику уровень звука вновь ослабляется вследствие потерь в среде при обратной передаче и становится равным $SL - 2TL + TS$.

Эта величина является уровнем эхосигнала у приемного преобразователя (антенны) EL . Для упрощения предположим, что помеха является изотропной и обозначим ее NL . Тогда ее уровень будет уменьшен благодаря направленности

приемного преобразователя, и относительный уровень шума на его зажимах будет определяться как $NL - DI$ (DI – коэффициент направленности антенны). Ось акустической антенны направлена на объект, поэтому коэффициент ее направленности не влияет на уровень эхосигнала. На зажимах преобразователя, следовательно, будем иметь следующее соотношение сигнал/помеха $SL - 2TL + TS - (NL - DI)$.

Пусть задачей аппаратуры является обнаружение объекта, т. е. на индикаторах системы должна быть воспроизведена определенная отметка, указывающая на присутствие цели. Решение о наличии цели, дающей эхосигнал, может быть сделано оператором или каким-либо пороговым устройством только в том случае, если соотношение сигнал/помеха превышает порог обнаружения DT , характеризующий некоторый вероятностный критерий обнаружения. Когда соотношение сигнал/помеха меньше порога обнаружения, решение будет принято, что цель отсутствует. Минимальное соотношение этих величин, при котором цель — объект считается обнаруживаемым, принимается обычно при их равенстве, т. е.

$$SL - 2TL + TS - (NL - DI) = DT.$$

В некоторых современных системах разделение DI и DT практически оказывается невозможным. В этих случаях более удобным является непосредственный учет их совместного воздействия, т. е. $DI - DT$, определяющий изменения в соотношении сигнал/помеха, создаваемые с помощью всего приемного тракта с антенной, индикаторных устройств и оператора. Некоторая модификация также требуется, если система ограничивается не шумовыми, а реверберационными помехами. В этом случае DI , принятый для изотропного шума-помехи, уже не может быть применен, т. к. реверберация не является изотропной помехой, и направленность системы не приводит к уменьшению ее влияния. Параметр $NL - DI$ в этом случае заменяется уровнем реверберации RL эквивалентной плоской волны, наблюдаемой на зажимах преобразователя, и уравнение активной гидролокационной системы будет иметь вид:

$$SL - 2TL + TS = RL + DT$$

Для пассивной гидролокационной системы, когда сам объект является источником сигнала, благодаря которому он и обнаруживается, параметр уровня источника SL относится к уровню создаваемого объектом звука на стандартном расстоянии 1 м от него. Параметр силы цели здесь отсутствует и потери при передаче имеют место только в одну сторону. Тогда уравнение локатора пассивного действия приобретает следующий вид:

$$SL - TL = NL - DI + DT.$$

В указанных уравнениях имеются параметры, определяемые аппаратурой: SL, DI, DT (к ним может быть отнесен также и уровень собственных шумов аппаратуры), средой: TL, RL, NL и объектами: TS, SL (SL для пассивной системы — уровень источника-цели).

2.2.2 Оценка рыбных скоплений. Количественная оценка показаний гидроакустических приборов важна при определении промысловых ресурсов, изучении количественных биологических закономерностей распределения и поведения гидробионтов, а также в промысловой работе для обнаружения наиболее плотных участков концентраций и их прицельного облова. Для оценки плотных рыбных скоплений с помощью эхолотов применяются эхо-интеграторы. Эхо-интегратор подключается к эхолоту. С выхода эхолота эхосигналы от скопления рыб поступают на линейный детектор и затем на схему электронного интегратора, через стробирующую схему (в соответствии с установленными оператором расстоянием до скопления и толщиной скопления). Эхосигналы поступают на вход интегратора дискретно, соответственно числу посылок эхолота в секунду. В интервалах между посылками напряжение на выходе интегратора является постоянным, а приращение его происходит только в период интегрирования.

Оценка плотности скоплений производится как в относительных величинах, так и в абсолютных (штуках на м³; штуках на милю²; центнерах или тоннах на милю² и т.д.).

Для оценки рыбных скоплений большой вертикальной протяженности, а также для оценки скоплений, состоящих из различных видов рыб, неоднородно

распределенных по глубине, используют несколько интеграторов или многоканальные интегрирующие системы.

2.2.3 Определение скоростей рыбных косяков. Для прогнозирования распределения скоплений, косяков отдельных рыб и величины улова разными орудиями лова, необходимо знать их скорости передвижения.

Скорость движения рыб зависит от множества факторов:

- времени года и суток;
- вида рыб;
- размер рыб;
- температуры воды;
- скорости подводных течений;
- физиологического состояния.

Различают скорость, которую может развивать единичная рыбы в течение длительного времени, и скорость, которую могут развивать рыбы при испуге.

Для промысловой разведки важно также знать скорость перемещения косяков рыбы. Скорости косяков можно определить гидролокатором, измеряя с неподвижного судна дистанцию и курсовые узлы на косяк рыбы через определенные промежутки времени.

2.2.4 Контроль параметров орудий лова. Аппаратура контроля параметров орудий лова рыбы и обстановки в зоне их действия с непрерывной передачей полученной информации на борт судна непосредственно в процессе лова относится к классу систем телеизмерения или телеметрии.

Выпускаемая в настоящее время аппаратура для контроля параметров орудий лова представляет собой комплексные системы с множеством универсальных датчиков, которые обеспечивают контроль за следующими характеристиками траловой системы:

- контроль горизонта хода трала;
- положение орудия лова относительно судна;
- вертикальное и горизонтальное раскрытие устья трала;

- расстояние между траловыми досками;
- наполнение кутка трала уловом;
- расстояние от подборы трала до грунта.

Связь датчиков с измерительно-передающим устройством осуществляется или с помощью кабеля, или гидроакустическим способом. Схема комплекса контроля параметров орудий лова изображена на рис. 2.3

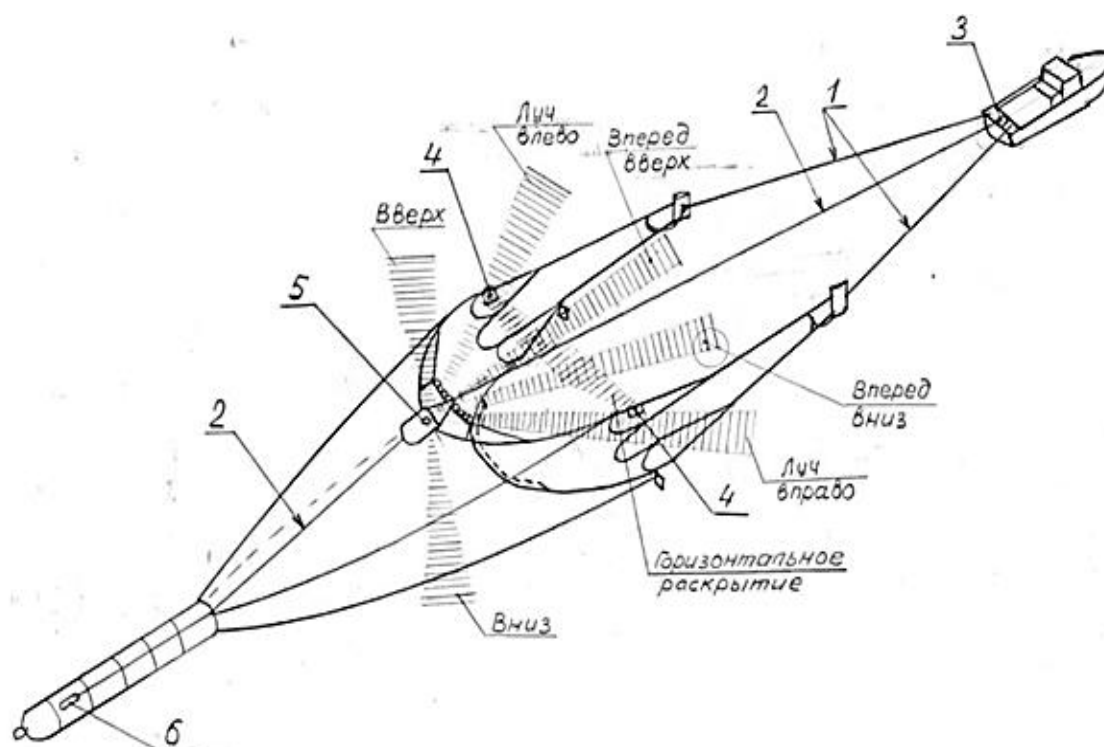


Рис 2.3 – Схема комплекса контроля параметров орудий лова:

1 – ваер, 2 – кабель зонда, 3 – лебедка кабеля, 4 – блок вибратора, 5 – блок с датчиками, 6 – датчик контроля наполнения мешка.

Все сообщения, передаваемые в телеметрических системах контроля параметров орудий лова, можно разделить на два вида: непрерывные и дискретные. К непрерывным сообщениям можно отнести сведения о таких величинах, контролируемых системами телеизмерения, которые могут принимать любые значения в заданных пределах измерения (например, глубина хода трала, отстояние его от грунта, температура в месте нахождения трала и др.). Эти сообщения являются непрерывными функциями времени и характеризуются тем, что описывающая их функция $\lambda(t)$ может принимать любое значение в некотором интервале $\lambda_{\min} \leq \lambda \leq \lambda_{\max}$ в произвольные моменты времени.

К дискретным сообщениям относятся позиционные или предельные извещения о состоянии контролируемых объектов (например, заполнен куток трала — не заполнен, часть кутка заполнена и т. д.). Эти сообщения обычно передаются конечным числом отдельных элементов, например, импульсов или групп импульсов фиксированной амплитуды и длительности, но с определенным временным положением, зависящим от состояния измеряемого параметра, или импульсов различной, но фиксированной длительности и т. п.

В простейшем случае источник сообщений определяет и характер сигналов, используемых для передачи этих сообщений: дискретные сообщения передаются дискретными сигналами, а непрерывные сообщения — непрерывными сигналами.

Анализ приведенных данных, а также анализ основных задач, выполняемых автоматизированной системой РПА, позволяет утверждать, что РПА является мощным инструментом для помощи судовладельцу для эффективного промысла. Наличие средств для поиска, средств для оценки рыбных скоплений, а также автоматическое получение информации о подводной ситуации лова в первую очередь позволяет автоматизировать принятие решений и тем самым сократить время лова.

2.3 Требования к РПА

Рассмотрим требования, которые предъявляются к рыболокационной аппаратуре:

2.3.1. Все эхолотационные системы и антенны должны быть калиброваны. Эхолотационные системы должны пройти две калибровки при основных съемках. Первая калибровка осуществляется перед началом, а вторая после завершения сканирования. Калибровка эхолотационных систем проводится на той же глубине, на которой будет происходить сканирование. Данное условие выполняется при статической установке антенных устройств. В случае расположения антенн в подъемно-опускных устройствах при калибровке эхолотационной аппаратуры она должна находиться на той же глубине, что и при съемке. При

расположении антенны в буксируемом устройстве, которое при конкретной съемке будет перемещаться на различных горизонтах, целесообразно выполнять калибровку на нескольких глубинах.

2.3.2. В эхолокационных системах шумовые помехи должны быть минимальными. Под шумами принято понимать все инородные сигналы, которые не относятся к истинной цели поиска. Однако сложно разделить отражения от свободных воздушных пузырьков и от плавательных пузырей небольших рыб или от пузырьков, имеющих место в связи с жизнедеятельностью некоторых видов планктона. Звуки, создаваемые судами при движении, пузырьками воздуха, подводным течением, или шумы моря, также являются инородными сигналами и представляют собой инструментальный шум, который не связан с излучаемыми колебаниями эхолотаторов.

2.3.3. Измерения не должны смещаться помехами. Помехами являются все сигналы, которые не относятся к истинной цели поиска, включая излученный звук, обратно отраженный от воздушных пузырьков. Однако сложно отделить свободные пузырьки от плавательных пузырей малых рыб или от пузырьков, создаваемых для поддержания плавучести некоторыми видами планктона. Помехи определяются при пассивном сборе акустических данных, с последующим их исключением при промысле.

2.3.4. РПА должна осуществлять обработку большого кол-ва информации в ограниченный промежуток времени. В настоящее время в эхолокационных средствах применяются цифровые приемы обработки информации, имеющие огромные преимущества перед аналоговыми. Успешное развитие микроэлектроники позволяет использовать неоспоримые преимущества цифровой обработки поступающих гидроакустических сигналов на основе ввода принципов обработки радиолокационных и радионавигационных сигналов.

2.3.5. Устройства отображения информации должны быть «дружелюбными» и не нагружать оператора посторонней информацией. Функциональные меню должны быть сгруппированы по признаку выполняемых задач. Элементы меню, которые появляются одновременно, должны быть сгруппированы

по последовательности их выполнения. Оператор не должен запоминать информацию о последовательности проведенных операций при перемещении от одной части меню к другой.

2.3.6. Оборудование должно обладать способностью непрерывно и устойчиво работать при различных состояниях моря, параметрах движения судна, вибрации, влажности и температуре, которые могут наблюдаться на судах в реальных условиях эксплуатации.

Данные требования закладываются при проектировании аппаратуры и при проектировании системы на конкретное судно. Выполнение приведенных выше требований обеспечивает эффективное использование системы РПА.

3. ФОРМИРОВАНИЕ СОСТАВА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ВЫБОР ЕЕ АППАРАТНЫХ КОМПОНЕНТОВ

3.1 Формирование состава системы РПА

Перед выбором конкретных составляющих проектируемой системы необходимо сформировать универсальный состав РПА, который обладает большой эффективностью и не загружает экипаж судна избыточной информацией.

Как было сказано выше, основное назначение РПА это поиск, обнаружение рыбных скоплений и контроль подводной среды при промысле. Поэтому первым звеном в нашей системе будет впередсмотрящий подкильный эхолот. Выбранное оборудование необходимо использовать на промысловом судне ввиду его огромной эффективности. Впередсмотрящий эхолот при промысле предоставляет наиболее важную информацию – информацию о подводной ситуации по курсу движения судна. Данная информация очень важна при промысле, т.к. помогает экипажу судна выбрать правильный маршрут и эффективно использовать орудия промысла.

Для получения информации о подводной среде вблизи судна и под килем судна в проектируемой системе используем подкильный гидролокатор. Основной информацией, которую предоставляет гидролокатор, установленный под килем судна, является информация обо всей подводной обстановке вокруг судна. Полученная от гидролокатора информация позволяет строить карты подводной среды, проследить все препятствия и наблюдать за рыбными скоплениями.

Следующим компонентом проектируемой системы будет являться буксируемый гидролокатор. Данное оборудование позволит следить за рыбными скоплениями вдали от судна, тем самым уменьшая множество помех, возникающих у локаторов, установленных на корпусе судна. Информация, полученная с данного устройства, позволит выбрать оптимальное движение судна при промысле и тем самым снизит время пролова, в первую очередь, за счет наблюдения за подводной средой в непосредственной близости от трала.

Последним элементом проектируемой системы будет являться беспроводная система контроля трала. Данная система состоит из множества датчиков и

приборов для отображения состояния трала и траловых досок. Информация, полученная от данной системы, позволяет эффективно использовать орудия промысла, сокращать время пролова, т.е. полностью автоматизировать контроль за орудием лова при промысле.

На рис.3.1 показаны все элементы проектируемой системы.

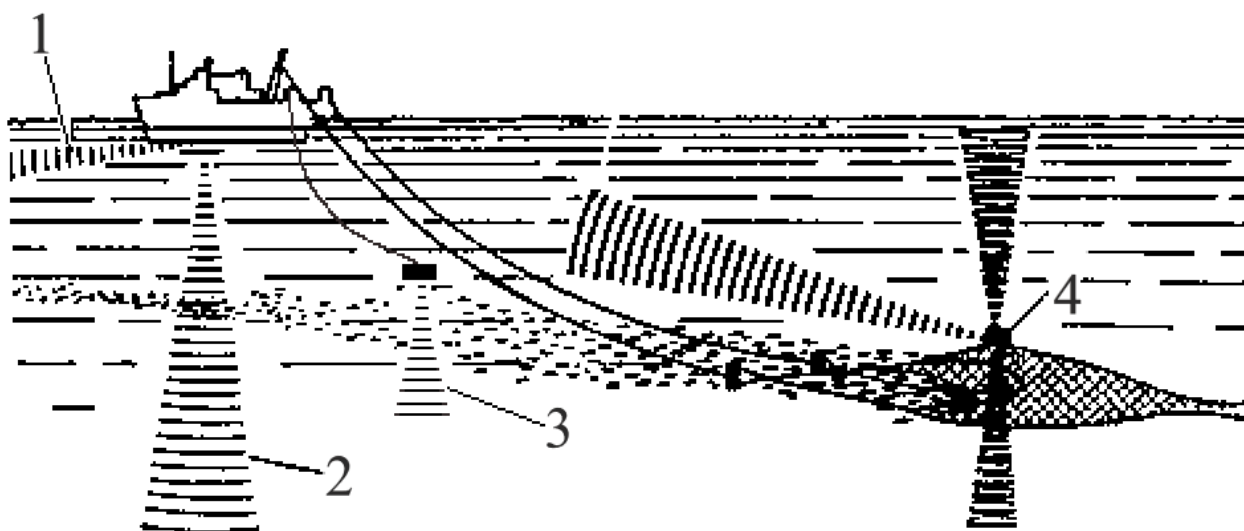


Рис. 3.1 – Состав системы РПА

1 – впередсмотрящий эхолот, 2 – гидролокатор, 3 – буксируемый гидролокатор, 4 – система контроля параметров орудий лова.

Далее проанализируем составляющие проектируемой системы и выберем части системы.

3.2 Выбор эхолота

Центральным элементом системы РПА являются эхолокационные системы. Первым и одним из самых важных составляющих проектируемой системы является впередсмотрящий эхолот.

В настоящее время имеются множество систем для сканирования подводной среды перед судном. Проанализировав большое количество эхолотов было

решено выбрать универсальный вариант, который может эффективно использоваться на любом промышленном судне, а именно систему Simrad SN90. Комплекс данной системы изображен на рис 3.2.

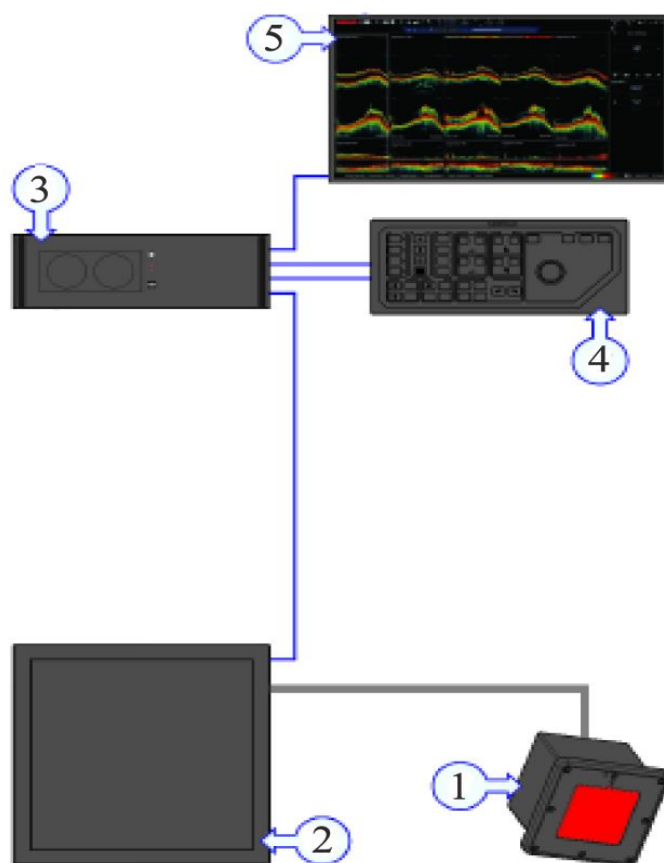


Рис 3.2 – Комплекс системы SN90

1 – Многолучевой вибратор SN90; 2 – приемопередатчик; 3 – блок обработки; 4 – операторская панель; 5 – дисплей.

Принцип действия системы заключается в следующем: приемопередатчик генерирует электрические сигналы, которые подаются на вибратор. Вибратор преобразует электрическую энергию в физические вибрации. Эти вибрации изменяют давление воды и создают акустический импульс, который посылается в воду. Отраженные акустические сигналы принимаются, преобразуются в электрические, передаются на приемопередатчик, где усиливаются, конвертируются

в цифровой формат и поступают на блок обработки. После этого сигналы обрабатываются и поступают на дисплей. Управление системой SN90 происходит с помощью операторской панели.

Важнейшим элементом в данной системе является многолучевой вибратор SN90 который сочетает в себе гидролокатор и несколько впередсмотрящих эхолотов. Гидролокатор в данной системе обеспечивает поиск рыбных скоплений в горизонтальной плоскости, а впередсмотрящие эхолоты отображают рыбные скопления относительно грунта и предоставляют информацию о подводной ситуации по курсу движения судна. Просматриваемая область с помощью данной системы представлена на рис. 3.3.



Рис. 3.3 – Просматриваемые области системы SN90

Многолучевой вибратор SN90:

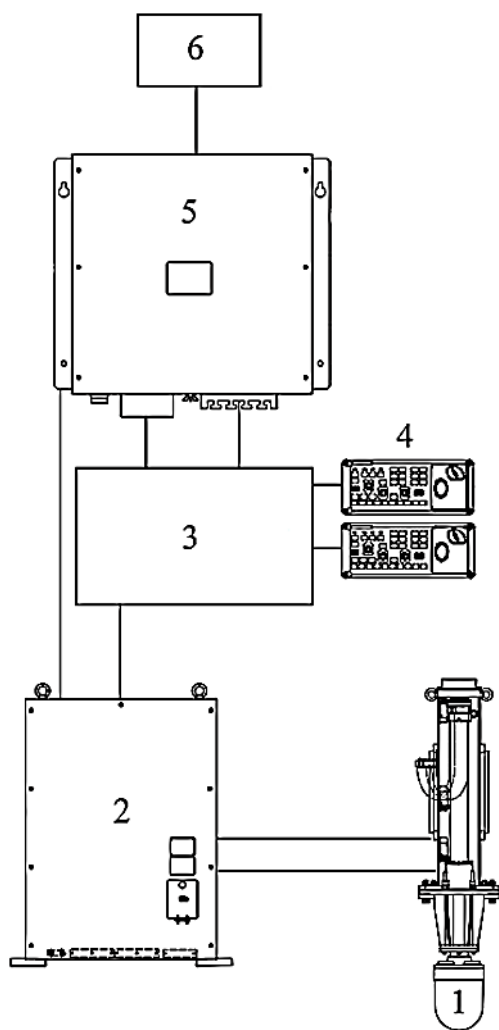
- Имеет 256 лучей, которые формируют горизонтальный сектор 160° и вертикальный сектор 80° .
- Имеет три луча с шириной 6° ;
- Имеет функцию настройки лучей, т.е. оператор способен задавать любому лучу наклон в пределах от 0 до 90° и частоту в пределах от 70-120кГц.
- Имеет функцию настройки направлений лучей, т.е. оператор может направлять лучи в любую сторону, но в пределах общей горизонтальной диаграммы.

Для эффективной работы аппаратуры вибратор SN90 устанавливается в носовой части судна, в первую очередь, для нейтрализации помех от винта и пузырьков воздуха, возникающих при движении судна. Приемопередатчик необходимо располагать в непосредственной близости от вибратора, т.к. сигнал, получаемый с вибратора является очень слабым. Блок обработки устанавливается в

непосредственной близости от ходового мостика, где располагаются дисплей и операторская панель.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что данная система является универсальной и подходит для большинства промысловых судов. Simrad SN90 позволит эффективно следить за подводной ситуацией по курсу движения судна и выбирать самый оптимальным маршрут для рыбного промысла.

3.3 Выбор подкильного гидролокатора.



Для непрерывного наблюдения за подводной обстановкой вокруг судна в проектируемой системе применим гидролокатор кругового обзора. В качестве гидролокатора кругового обзора применим систему Furuno FSV-85.

Комплект оборудования данной системы изображен на рис 3.4 (слева).

1 – Вибратор; 2 – приемопередатчик; 3 – интерфейсный модуль; 4 – панель управления; 5 – процессор; 6 – монитор

Принцип действия системы заключается в следующем: приемопередатчик генерирует электрические сигналы, которые подаются на вибратор. Вибратор преобразует электрическую энергию в акустические

импульсы и посылает в море. Отраженные акустические сигналы принимаются, преобразуются в электрические, передаются на приемопередатчик, где усиливаются, конвертируются в цифровой формат и поступают на центральный процессор, где обрабатываются и поступают на устройство отображения информации.

Управление системой происходит с помощью панели управления, которая связана с приемопередатчик и процессором через интерфейсный модуль.

Технические характеристики гидролокатора FSV-85:

- Метод сканирования: Полностью цифровое формирование луча.
- Дальность: 3200м.
- Частота 71 -84 кГц.
- Аудиопоиск: по выбору: 30°, 60°, 90°, 180°, 330°.
- Прием: Усилитель-накопитель, полностью цифровое формирование луча.
- Диапазон сканирования в вертикальной плоскости 0°- 90° (вниз). Угол наклона -5°- 90° (вниз).

Основные возможности FSV-85:

- 90-градусный сектор обнаружения в вертикальной плоскости;
- поиск рыбных скоплений в горизонтальном и вертикальном направлениях;
- отображение распределения эхосигнала по мощности с помощью гистрограмм рыб;
- отображение рыболовной и навигационной информации для интуитивно-удобного управления;
- оценка скорости рыбы;
- получение четкого изображения подводного пространства благодаря компенсации бортовой и килевой качки.

Исходя из вышеперечисленного, можно с уверенностью сказать, что гидролокатор кругового обзора является неотъемлемой частью в промысловом РПА. Сканирование подводной среды вокруг судна помогает экипажу с полностью контролировать ситуацию при промысле и строить карты подводной среды.

3.4 Выбор буксируемого гидролокатора.

Задачу дальнего обнаружения рыбных скоплений и увеличение просматриваемого объема в проектируемой системе будет решать буксируемый гидролокатор.

В качестве буксируемого гидролокатора применим траловый сонар TS-337A (рис 3.5).



Рис 3.5 - Траловый сонар TS-337A

TS-337A - это кабельная система мониторинга трала, предназначенная для улучшения контроля и повышения эффективности при пелагическом и донном тралении. Данный гидролокатор позволяет находить косяки рыбы и может контролировать основные параметры орудий лова (раскрытие трала, расхождение траловых досок).

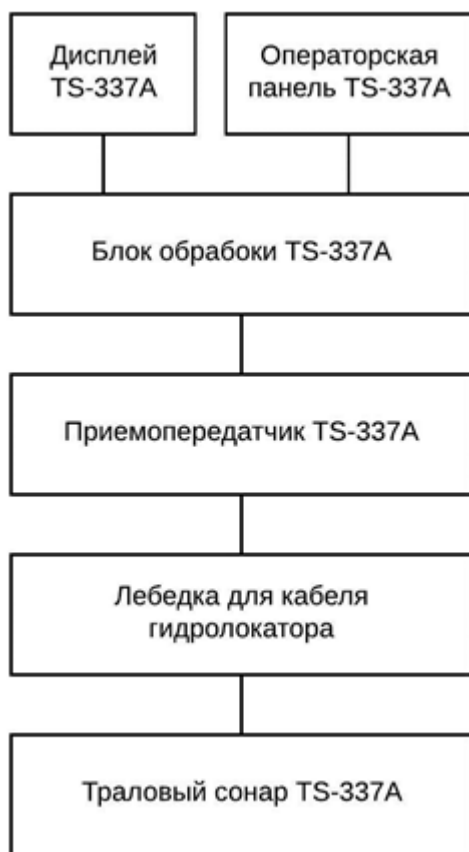
Траловый блок имеет компас, датчик глубины хода, температуры и приемник данных о наполнении трала. Луч буксируемого сонара имеет функцию регулировки угла, что положительно сказывается на процесс лова. В этой системе используется излучатель кругового обзора. Излучатель кругового обзора обеспечивает полное и немедленное сканирование подводной среды.

Основные характеристика тралового сонара TS-337A:

- Максимальная глубина - 2000м.;
- Диапазон – 0 – 250м.;
- Температура – от 5⁰С до +35⁰С;
- Частота обновления – 0,8сек.;
- Частота гидролокатора – 120кГц;
- Угол крена/дифферента +/- 60⁰;
- Время работы от батареи – до 1000 часов.

Вынесение гидролокатора за борт судна дает множество плюсов на промысле, а именно:

- наименьший уровень шумовых помех (от гребного винта, механизмов и т.д.) при работе гидролокатора;
- улучшенные условия для обслуживания и ремонта гидролокатора;
- обеспечение максимальной дальности наблюдения за объектом промысла;
- наименьший уровень шумовых помех от моря;
- уменьшение воздействия помех от кильватерной струи судна.



Структурная схема системы буксируемого гидролокатора представлена на рис. 3.6.(слева)

Основным недостатком при использовании буксируемого гидролокатора является необходимость использования дополнительной лебедки для специального кабель-троса. Однако, возможности, которые предоставляет данное устройство полностью оправдывает его применение при промысле

3.5 Выбор устройства контроля параметров орудий лова

В настоящее время аппаратура контроля параметров орудий лова представляет собой комплексные системы. Данные системы содержат множество датчиков, которые предоставляют огромное количество информации о подводной ситуации. Для проектируемой системы используем беспроводную систему контроля трала.

Структурная схема системы параметров орудий лова представлена на рис 3.7.

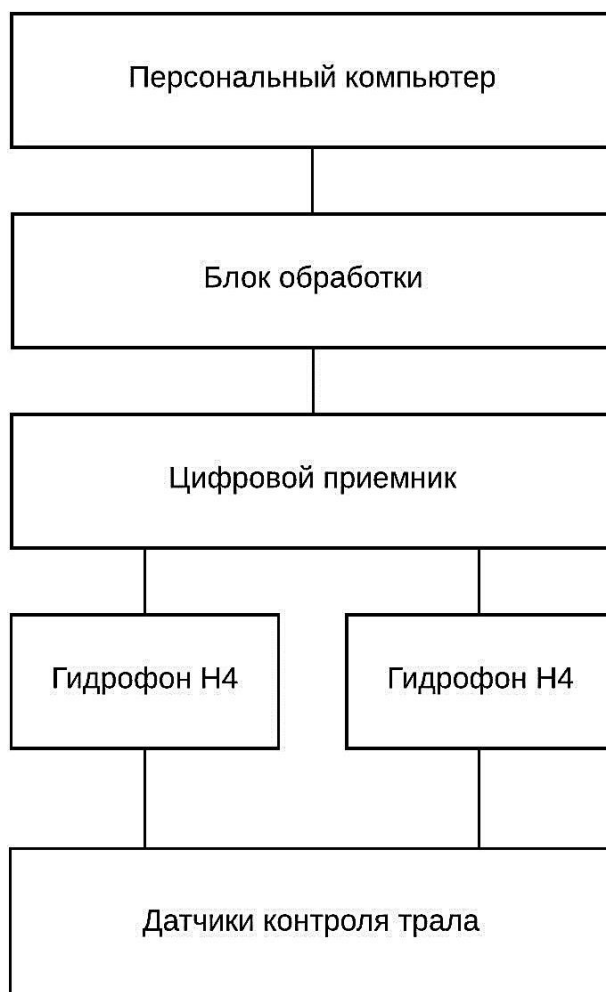


Рис 3.7 – Система параметров орудий лова

Принцип действия системы заключается в следующем: гидрофоны принимают сигналы от датчиков, установленных на орудии лова. Данные сигналы конвертируются в электрические и подаются на цифровой приемник. В цифровом приемнике сигналы усиливаются, устраняются помехи и далее обрабатываются в специальном блоке для отображения информации на дисплее.

Основными элементами в данной системе являются:

1. Гидрофон. Гидрофон в системе контроля трала является центральным и самым важным компонентом системы. Гидрофон получает акустические сигналы от датчиков орудий лова и преобразует их в электрические сигналы, которые в последующем передаются на цифровой приемник, обрабатываются в спе-

циальном блоке и поступают на устройство отображения информации. Для проектируемой системы выберем гидрофон Н4 В30х50 от норвежской фирмы «Scanmar» (рис. 3.8).



Рис. 3.8 – Гидрофон Н4 В30х50

Предлагаемый гидрофон предназначен для работы на промысловых судах и способен принимать все сигналы от датчиков, расположенных в подводной среде.

Основные хар-ки гидрофона Н4 D30х50:

- Диапазон частот: 40,8 – 44,8 кГц.
- Сектор приема (3 дБ): горизонтальная плоскость – 50° , вертикальная плоскость – 30° .
- Наклон оси вниз – 20° .

Для полного охвата при любых погодных условиях рекомендуется применять 2 и более гидрофонов (в зависимости от судна).

2. Датчики. Для обеспечения полного дистанционного контроля параметров орудий лова необходимо использовать большое количество датчиков, устанавливаемых на трале, на траловых досках и на сцепке тралов (последнее при использовании двойных и тройных тралов). Основными параметрами, контролируемые при рыбном промысле, являются:

- а) расстояние между траловыми досками;
- б) глубина хода досок;
- в) угол крена и дифферента траловых досок;
- г) температура воды;

- е) заход улова в трал;
- ф) вертикальное раскрытие трала;
- г) расстояния от верхней и нижней подборы до грунта;
- h) скорость потока продольного и боковых подводных течений;
- и) углы наклона трала;
- j) наполнение кутка трала уловом.

Для контроля параметров а, b, с, d в проектируемой системе будут служить датчики SS4-D-VTLA (рис. 3.9)

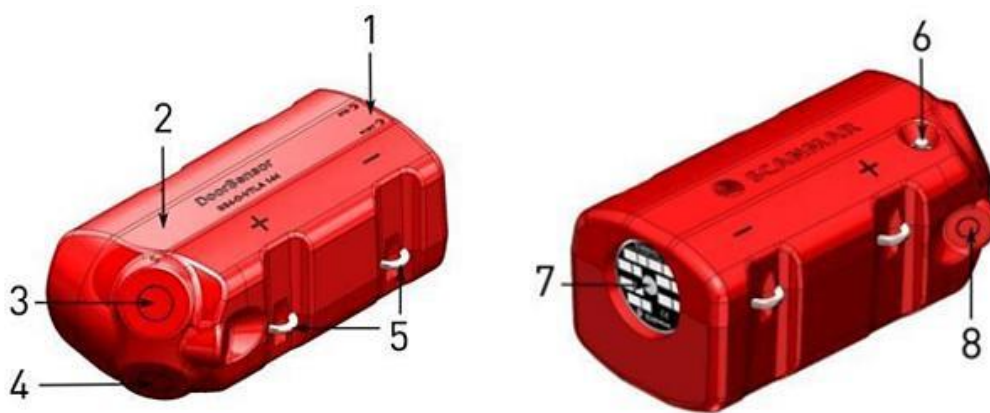


Рис. 3.9 – Датчик SS4-D-VTLA

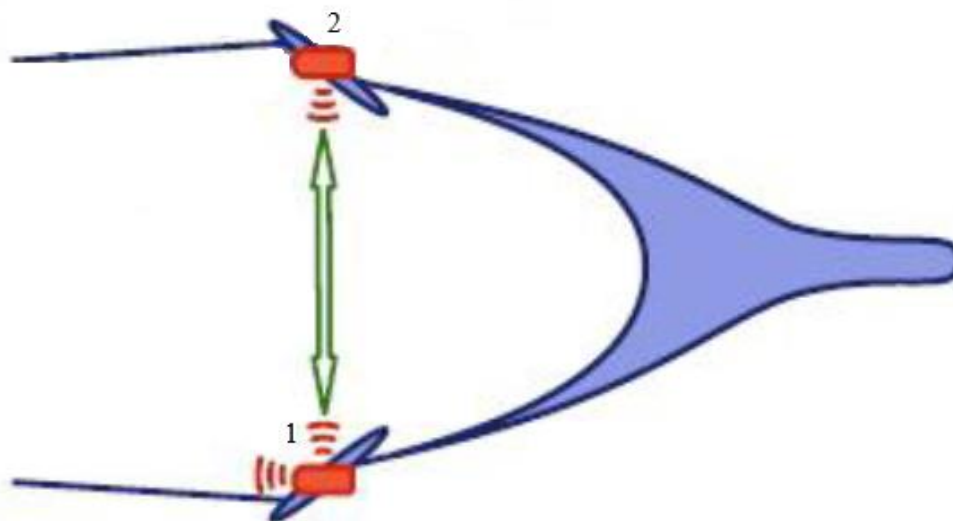
1- указатели позиции монтажа; 2 – индикатор измерения расстояния; 3 – излучатель канала связи правого борта; 4 – излучатель канала связи левого борта; 5 – скобы для переноски, крепления, зарядки и конфигурации датчика; 6 – детектор морской воды; 7 – отсек с батареей; 8 – излучатель для измерения расстояния.

Основные хар-ки SS4-D-VTLA:

- рабочая частота - 40,8 – 43,4 кГц;
- ширина луча - 55° (по уровню -3дБ);
- дальность до судна – до 2500м.;
- измерение глубины – до 1800м. (точность 1м.);
- измерение температуры – от -5 до +30 °С (точность +/- 0.15 °С);
- измерение дифферента - от -90° до +90° (точность +/- 1°);
- измерение угла крена - от -90° до +90° (точность +/- 1°);

- измерение расстояния – от 0 до 600м. (точность +/- 0,5% от показания);
- время работы от батареи – до 700 часов;
- темп обновления показаний - от 3 до 20 с.;
- максимальная рабочая глубина – 1500м. постоянно (до 2000м. в течении непродолжительного времени).

Данный датчик устанавливается на траловую доску. В проектируемой системе необходимо установить пару указанных датчиков для обеспечения работоспособности заложенных функций. На рис 3.10 указан вариант установки данных датчиков на траловые доски.



.Рис. 3.10 – Установка датчиков SS4-D-VTLA на траловые доски
1 – Датчик SS4-D-VTLA (главный), 2 - Датчик SS4-D-VTLA (ведомый)

На рисунке, датчик, который измеряет расстояние называется главным. Этот датчик передает сигнал на остальные датчики, которые называются ведомыми. Ведомые датчики отвечают на этот сигнал, и главный датчик вычисляет расстояние по временной задержке и скорости звука. Скорость звука не постоянна, а зависит от температуры, глубины и солености. Поэтому в датчиках для вычисления скорости звука используются измерения температуры и глубины. Соленость может задаваться при конфигурировании датчика. Угол крена и дифферента траловых досок определяется разницей показаний глубины у данных датчиков.

Специалисты в промысловой области считают данный датчик наиважнейшим, т.к. наблюдение во время траления за траловыми досками дает очень важную информацию, а именно – расхождение траловых досок. С помощью данной информации выбирается требуемый угол атаки. Так же с помощью информации, получаемой с датчика досок, выявляются аварийные ситуации, например, перехлест досок.

Для контроля параметров e , f , g в проектируемой системе будет служить траловый эхолот (рис. 3.11)



Рис.3.11 – Траловый эхолот

Данный датчик может использоваться при донном и пелагическом тралении практически в любом районе мира. Местом установки тралового эхолота является верхняя подбора трала.

Основными возможностями тралового эхолота являются:

- обнаружение рыбы, которые не видны на эхолоте судна;
- измерение высоты раскрытия трала, высоту от верхней подбора до дна, показывает контакт с грунтом;
- показывает заход улова в трал.

Основные характеристики тралового эхолота:

- рабочая частота - 43,6 – 44,8 кГц;
- ширина луча - 70^0 ;
- максимальная глубина – 1200м.;
- частота эхолота – 97кГц.;

- ширина луча эхолота 40° ;
- дальность до судна – 2000м.
- длительность работы: от 10 до 25 часов.

Для контроля параметров h, i в проектируемой системе будет служить датчик потока (рис 3.12).



Рис.3.12 – Датчик потока

Данный датчик измеряет направление и силу любого течения, пересекающего площадь устья трала, таким образом датчик сообщает оптимально работает трал или нет. Он может устанавливаться на верхней подборе трала и на сеточной части трала.

Трал, идущий по подводному течению более эффективен, чем трал, который имеет перекосы.

Перекосы трала возникают по разным причинам. К причинам перекоса трала относят: силу подводных течений, направление подводных течений, траление вдоль наклонной поверхности; ошибка в оснастке трала.

Датчик потока измеряет силу и направление любого течения, пересекающего площадь устья трала. Оптимальная работа трала достигается за счет подстройки длины вагров до момента приведения бокового течения к нулю.

Основные характеристики тралового эхолота:

- рабочая частота - 40,8 – 43,4 кГц;
- ширина луча - 55° ;
- максимальная глубина – 1200м.;

- дальность до судна – 2500м.;
- длительность работы: 60 часов.
- измерение потока воды вдоль траектории трала – от 0 до 6 узлов;
- измерение поперечного потока воды к траектории трала – от 0 до 3 узлов;
- точность измерений +/- 10%.

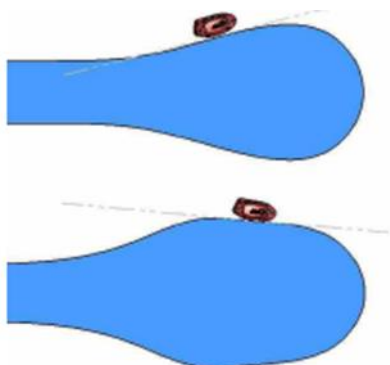
Для определения наполнения кутка трала в проектируемой системе используем многофункциональный датчик SS4-P-VLT (рис 3.13).



Рис 3.13 - многофункциональный датчик SS4-P-VLT

Датчик SS4-P-VTL фирмы является универсальным и многофункциональным датчиком для измерения глубины, температуры, угла крена/тангажа, улова и разрыва дели. Датчик также может производить измерения при перекручивании или буксировке кутка вверх дном.

В проектируемой системе используем данный датчик для определения заполнения кутка трала. Определение количества рыбы в кутке происходит на основании традиционного измерения растягивания сети.



Так же определение улова может измеряться с помощью контроля угла крена. Во время заполнения кутков растягивается, что приводит к изменению угла крена в различных местах (рис 3.14)

Рис 3.14 (слева). Измерение крена на кутке.

Измерение крена с помощью датчика позволит получить данные о заполнении кутка независимо от типов ячеек сети.

Это обеспечит постоянный мониторинг заполнения кутка, в отличие от традиционного датчика улова, который показывает либо полное заполнение, либо отсутствие заполнения в положении, в котором он установлен. Обычно на сеть крепят 2 или более датчиков улова. На рис 3.15 показан вариант установки датчиков на трал.

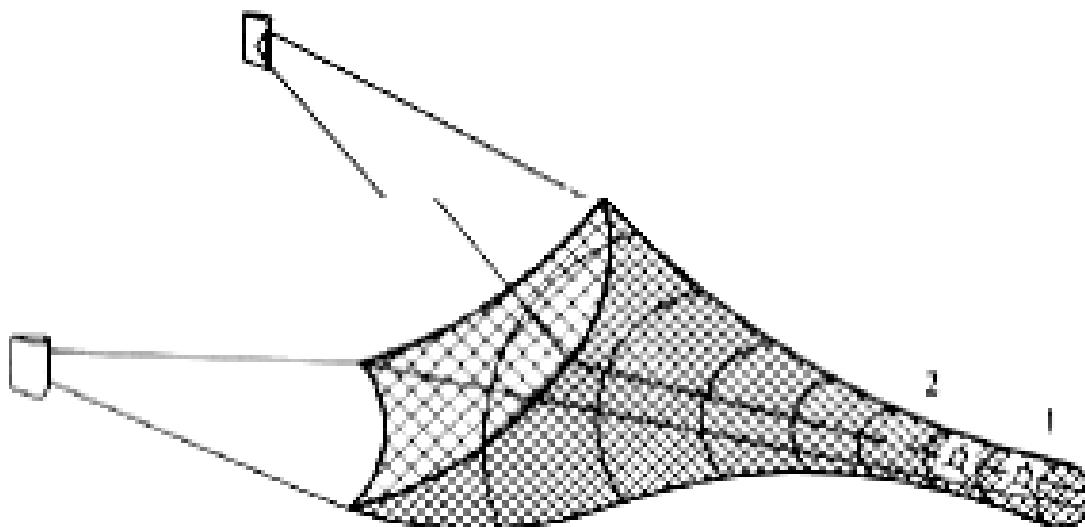


Рис. 3.15 – Вариант установки датчиков SS4-P-VTL на трал

Датчик под цифрой «1» сигнализирует о начале заполнения кутка, датчик под цифрой «2» сигнализирует о полном заполнении кутка.

Основные характеристики SS4-P-VTL:

- рабочая частота - 38,9 – 43,4 кГц;
- ширина луча - 55°;
- максимальная глубина – 1500м.;
- дальность до судна – 2500м.;
- длительность работы: 100-1500 часов;
- измерение угла крена – от -90° до 90°;
- диапазон улова – полный/пустой.

Расположение всех датчиков, выбранных выше, показано на рис 3.16.

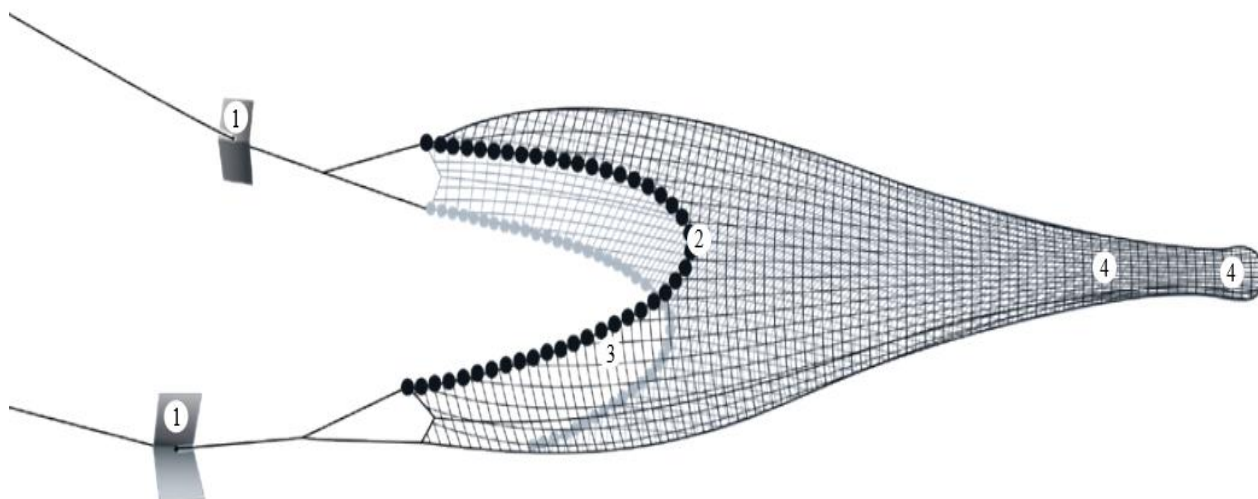


Рис 3.16 - Установка датчиков на трал и на траловые доски

1 - Датчик SS4-D-VTLA, 2 – Траловый эхолот, 3 – Датчик потока,
4 – Датчик SS4-P-VTL

Установка указанного количества датчиков позволит судоводителю контролировать обстановку под водой и эффективно управлять судном во время промысла.

4. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ НА КОНКРЕТНОМ ПРИМЕРЕ

4.1 Расположение оборудования РПА на промышленном судне

В качестве объекта морской техники, который будет применяться для реализации проектируемой системы, выберем средний рыболовный траулер. Перед использованием РПА необходимо определиться с местом расположения всех систем на судне.

Для расположения оборудования проектируемой системы составим структурную схему, которая наглядно покажет все элементы системы и связи между ними (рис 4.1)

На рис 4.1 показано все оборудование, которое применяется в данной системе. Места установки оборудования разбиты на блоки 1-6, где:

1. Оборудование для отображения информации и управления проектируемой системой. Для удобного наблюдения за подводной средой и управления промысловым оборудованием все устройства управления и дисплеи расположим в ходовом мостике, тем самым обеспечивая централизованное управление. Централизованное управление повысит эффективность использования всей системы в целом и снизит влияние человеческого фактора.

2. Оборудование для обработки сигналов. Так как указанные устройства выполняют только функции обработки сигналов, поэтому постоянное наблюдение за ними не понадобится. Поэтому расположим данное оборудование палубой ниже (под ходовым мостиком).

3. Оборудование для приема и передачи сигналов. Данное оборудование необходимо располагать в непосредственной близости с устройствами, которые излучают акустические сигналы в подводную среду (вибраторы) и, устройствами, которые принимают сигналы от датчиков (гидрофоны). Близкое расположение с данными устройствами необходимо, т.к. сигнал который передают данные устройства является очень слабым, и передача его на большие расстояния не является возможным.

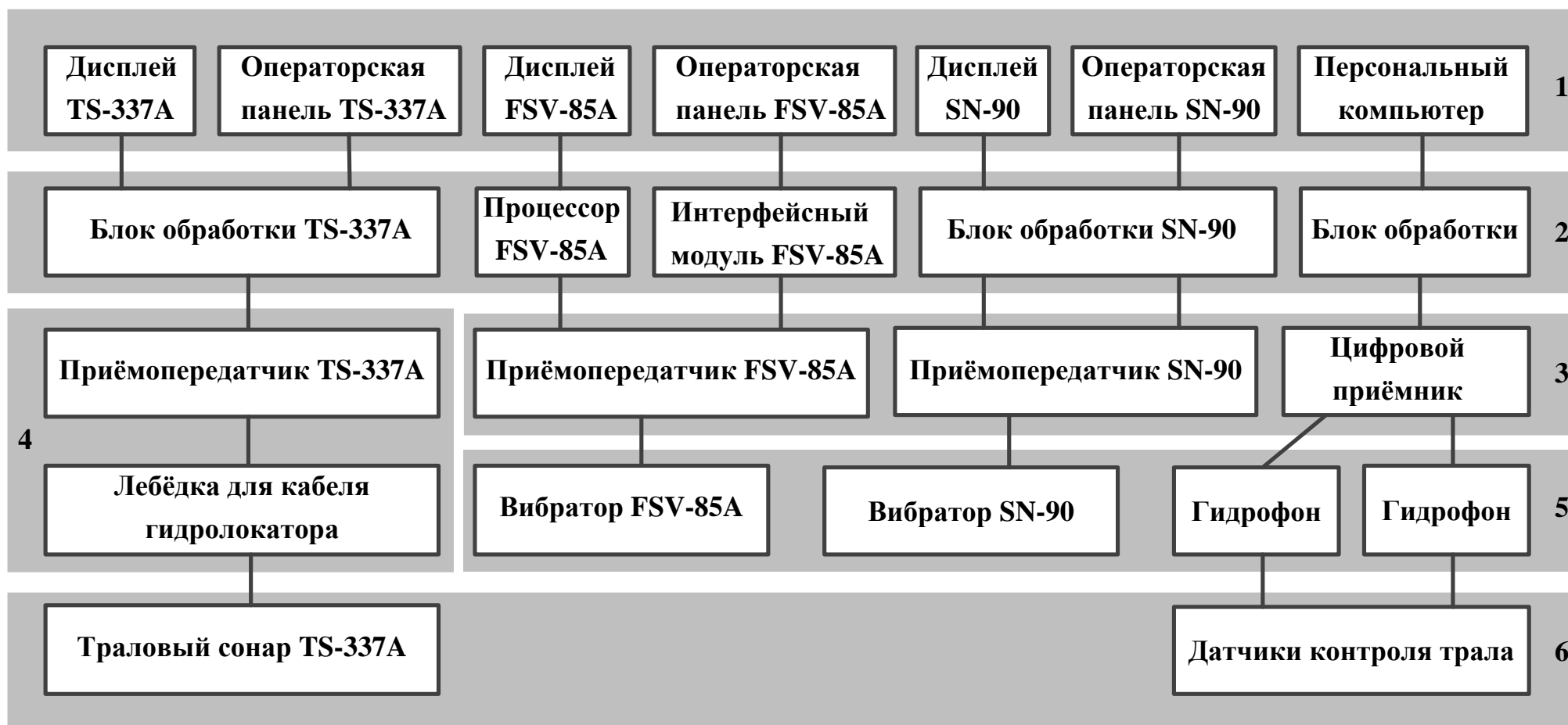


Рис. 4.1 – Структурная схема проектируемой системы

4. Приемопередатчик и вспомогательная лебедка для кабеля гидролокатора. Приемопередатчик расположим в помещении, которое находится на максимально близком расстоянии с лебедкой для кабеля гидролокатора, которая располагается на открытой палубе в корме судна.

5. Оборудование для излучения и приема акустических сигналов. Данное оборудование расположим в носовой части судна для того, чтобы избежать помехи от винта. Однако расстановка гидрофонов и вибраторов является трудоемкой и сложной задачей, поэтому более тщательно проработаем установку данных устройств.

Гидрофоны должны быть расположены на достаточном расстоянии от киля, чтобы на них не попадали воздушные пузырьки. В случае среднего рыболовного траулера это расстояние приблизительно равно 1м. Так же гидрофоны должны быть установлены на разном расстоянии от носовой части судна. Когда два гидрофона установлены в разных местах на корпусе, менее вероятно, что оба гидрофона могут быть заблокированы воздушными пузырьками и турбулентностью в одно и то же время.

Для нейтрализации шума гребного винта и пузырьков воздуха, возникающих при движении судна вибратор гидролокатора FSV-85 установим на расстоянии 15м. от носовой части судна, а для нейтрализации воздействия оборудования гидролокатора и впередсмотрящего эхолота друг на друга, SN90 установим на расстоянии 10м. от носовой части судна.

6. Оборудование, расположенное в подводной среде. Датчики контроля трала и траловых досок ставится непосредственно на трал, а буксируемый гидролокатор прикрепляется на специальную металлическую сетчатую конструкцию и буксируется с помощью кабель-троса.

4.2 Использование проектируемой РПА при промысле

Основной задаче системы РПА является поиск и обнаружение гидробионтов. В проектируемой системе данная задача выполняется впередсмотрящей эхолотационной системой и гидролокатором кругового обзора.

Использование эхолотационных систем при поиске гидробионтов начинается с настройки системы. Настройки эхолотационных систем осуществляются исходя из множества факторов, которые влияют на поведение рыбы (района промысла, время суток, температуры воды и т.д.). При настройке эхолотационной системы Simrad SN90 и гидролокатора Furuno FSV-85 выбираются следующие параметры:

- угол наклона сканирующего луча;
- диапазон дальности обнаружения;
- режим сканирования;
- интервалы передачи;
- мощность излучаемых сигналов.

После настройки эхолотационных систем начинается поиск рыбных косяков. Для этого в воду излучаются акустические импульсы, которые потом принимаются на вибратор. Информация, полученная с вибратора, конвертируется в электрический сигнал, очищается от лишних шумов и выводится на дисплей. Основным достоинством проектируемой системы является непрерывное наблюдение за подводной ситуацией. Непрерывное наблюдение за подводной средой обеспечивается совместной работой впередсмотрящего эхолота и гидролокатора кругового обзора.

Эхолотационная система SN90 предоставляет информацию о подводной ситуации по курсу судна в различных представлениях. Отображение информации на дисплее данной системы изображены на рис. 4.2.

Как видно из рисунка 4.2 – эхолотационная система SN90 предоставляет информацию с помощью дисплея, разделенного на пять частей, где:

1. Эхолотный луч направленный влево и вперед.
2. Эхолотный луч, направленный по курсу судна.
3. Эхолотный луч, направленный вправо и вперед.
4. Сектор 160 градусов по курсу движения судна.
5. Вертикальный разрез.

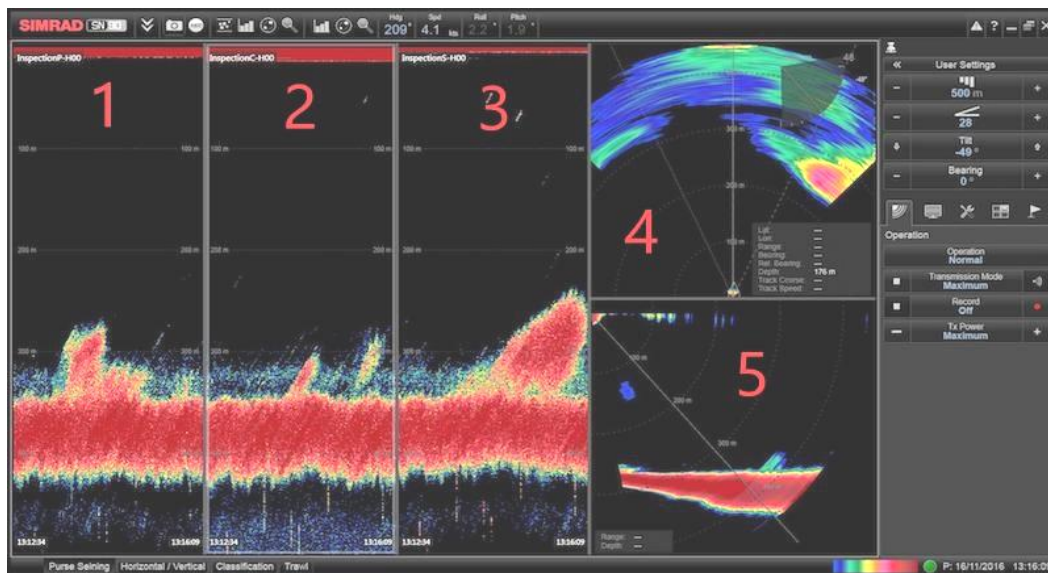


Рис 4.2 – Изображение информации эхолотационной системы SN90

Использование данной эхолотационной системы позволяет в реальном времени следить за подводной средой в полном объеме и обнаруживать косяки рыб на большом расстоянии по курсу судна.

Для реализации наблюдения за подводной ситуацией вокруг судна в проектируемой системе используется гидролокатор FSV-85. Гидролокатор кругового обзора обеспечивает 360-градусную зону обзора вокруг судна. 360-градусный обзор вокруг судна очень удобен для наблюдения. Отображение информации на данном гидролокаторе изображено на рис 4.3.

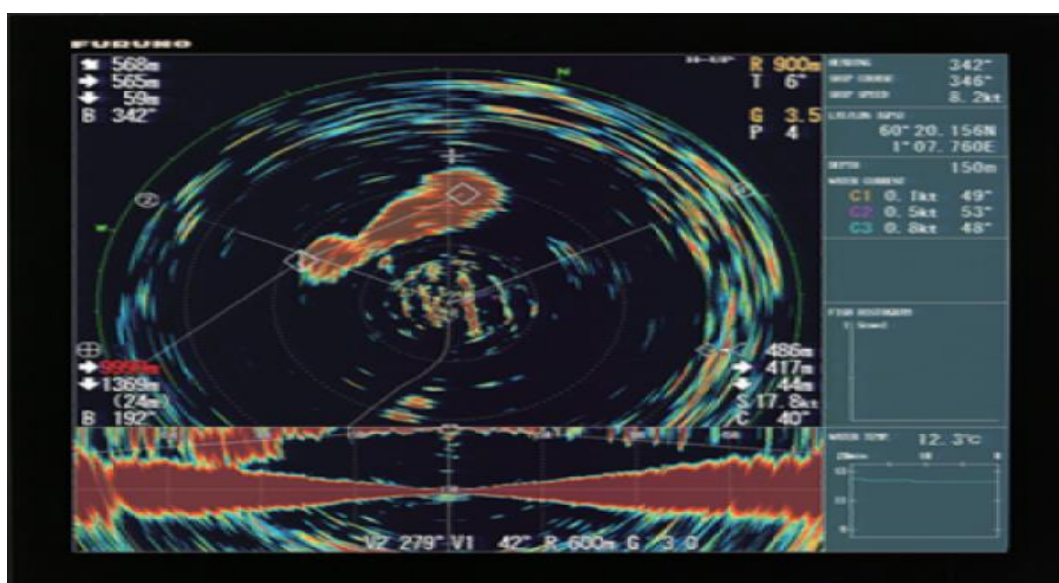


Рис 4.3 – Изображение информации гидролокатора кругового обзора FSV-85

Из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод что проектируемая система дает возможность наблюдать непрерывно за подводной средой, что делает данную систему эффективной и «дружелюбной» для судовладельца.

После поиска и обнаружения скопления гидробионтов с помощью эхолотов используемых в проектируемой системе и предварительной оценки пригодности скопления для облова, эхолокационные системы служат средством информационного обеспечения наведения судна на рыбное скопление с последующим обловом.

При сближении с рыбным скоплением с помощью гидролокатора определяются основные параметры скопления, а именно – горизонтальная протяженность, размер по вертикали, глубину хода косяка, плотность косяка, скорость и направление перемещения, реакцию на шум судна.

Огромную пользу оператору при наблюдении за косяком во время маневрирования судна оказывает гидролокатор, имеющий функцию автоматического сопровождения цели. После выбора объекта для промысла оператор включает автоматическое сопровождение цели для начала промысла.

При промысле в большинстве случаев используется одновременная работа всего комплекса средств, потому что промысловые объекты являются динамическими целями и часто меняют свое местоположение. При наблюдении за косяком во время промысла в проектируемой системе используются эхолот, гидролокатор и буксируемый гидролокатор. Одновременная работа данных приборов во время промысла обеспечивает наблюдение за объектами промысла в районе судна и в районе трала. Непрерывное наблюдение за косяком рыбы помогает быстро оценить изменение поведения рыбы и своевременно менять направление движения судна. Именно поэтому эхолокационные средства являются незаменимыми при промысле и обеспечивают наиболее эффективную работу всего судна.

Немаловажную роль при промысле играет система контроля параметров орудий лова. В проектируемой системе используются датчики, устанавливаемые на трале и траловых досках, которые обеспечивают полный контроль параметров трала. При помощи данного комплекса можно следить за глубиной каждой

доски, расстоянием между досками, углами крена и дифферента, температурой воды, заходом улова в трал, углами наклона трала, наполнения трала рыбой и т.д. Отображение информации данной системы изображена на рис 4.4.

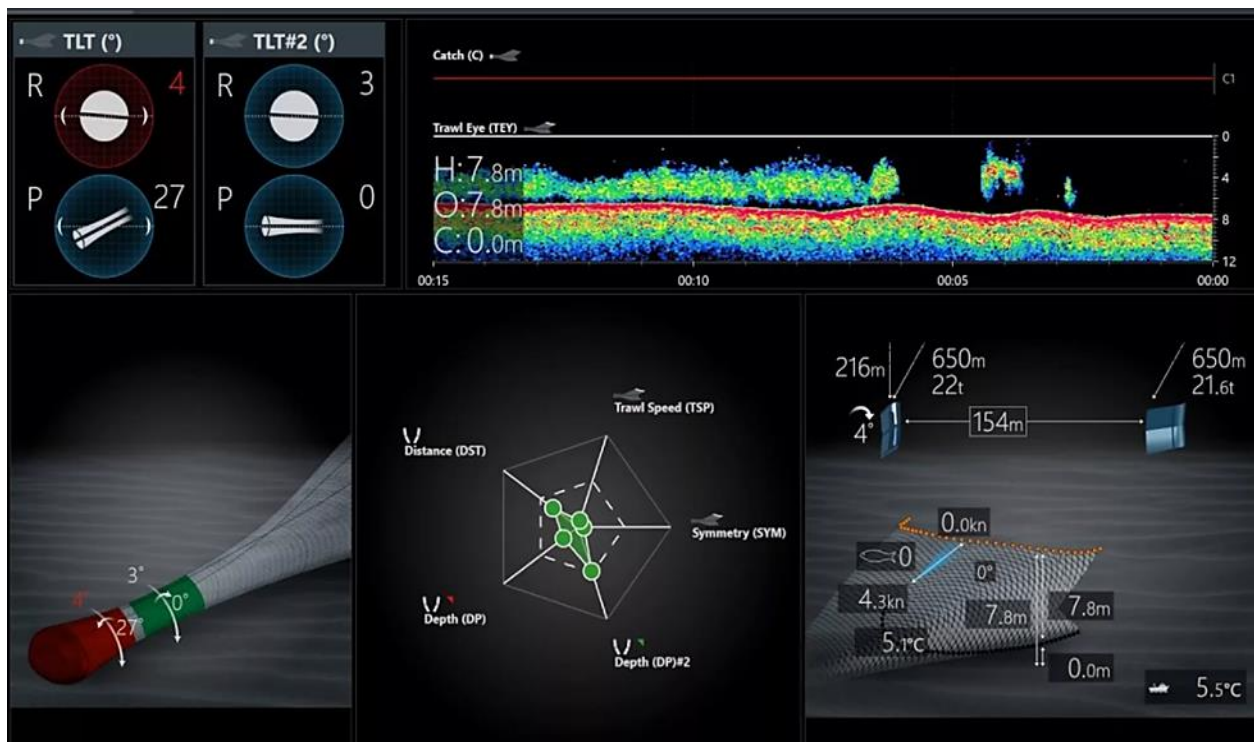


Рис. 4.4 - Отображение информации параметров орудий лова

Информация, получаемая при промысле с помощью данной системы, позволяет избежать множество осложнений и отклонений, своевременно следить за наполнением трала.

При облове рыбных скоплений данная система является незаменимой, т.к. в дистанционное измерение и контроль в процессе траления способствует повышению эффективности лова и сокращению затрат времени и экономии топлива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы(ВКР) на тему «разработка модуля системы управления оборудованием рыболовецкого судна», в соответствии с заданием на ВКР был:

- выполнен анализ основных задач, выполняемых промысловым судном;
- рассмотрен комплекс задач, которые решает автоматизированная система рыбопоисковой аппаратуры;
- рассмотрен состав рыбопоисковой аппаратуры рыболовецкого судна;
- изучены современные средства для рыбопромысла;
- проанализированы требования, которые предъявляются к рыбопоисковой аппаратуре промыслового судна;
- разработана автоматизированная система рыбопоисковой аппаратуры рыболовецкого судна;
- приведен пример реализации проектируемой системы на промысловом судне;

В результате выполнения ВКР были получены следующие основные результаты:

1. Изучение рабочего процесса промысловых судов, путем анализа доступного материала и консультации у специалистов в данной области, показало, что промысловые судна нуждаются в эффективной системе, для поиска и ловли различных видов рыб.

2. В настоящее время ведется наращивание промыслового флота, что подразумевает собой актуальность разработки автоматизированной системы для промысловых судов.

3. Для увеличения эффективности промысла на рыболовецких судах необходимо комплексировать рыбопоисковую аппаратуру и аппаратуру для навигации.

4. Выполненный анализ современной рыбопоисковой аппаратуры свидетельствует о существенном повышении эффективности промыслового судна при

использовании даже не большого количества систем для поиска рыбных скоплений и контроля орудий лова.

5. Анализ работы современных рыбопромысловых судов показал, что информация, полученная от рыбопоисковой аппаратуры, является архиважной, т.к. она обеспечивает своевременное реагирование на процессы, происходящие в подводном пространстве и помогает экипажу эффективно управлять орудием лова.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были решены поставленные в задании задачи, что дает основание утверждать, что цель ВКР достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 20012-74 Суда промыслового флота. Термины и определения.
2. Карлик Я.С., Марапулец Ю.В. Рыбопромысловая гидроакустика: Учебно-методическое пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2004. – 260 с.
3. Кудрявцев В.И. Гидроакустика рыбохозяйственная. – М.: Изд-во ВНИРО, 2018. — 460 с.
4. Мельников А. В., Прямухина Н. В., Назармамедов А. Н., Дон Куаме Рафаел, Ахмеджанова А. Б. Перспективы развития автоматизированных систем управления процессами кошелькового и разноглубинного тралового лова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 1. С. 38–45.
5. Тикунов А.И. Рыбопоисковые приборы и комплексы: Учебник. — Л.: Судостроение, 1989. — 288 с.
6. Букатый В. М. Промысловая гидроакустика и рыболокация. Изд-во «Мир», 2003. — 494 с.
7. Кобяков Ю. С., Кудрявцев Н. Н., Тимошенко В. И. Конструирование гидроакустической рыбопоисковой аппаратуры. — Судостроение, 1986. — 272 с.
8. Кудрявцев В. И. Гидроакустика рыбохозяйственная. — Таганрог, Гидроакустическая энциклопедия, 1999. — 136 с.
9. Оборудование «Furuno» [Электронный ресурс] // URL: <https://furuno.ru>
10. Рыбопромысловые суда [Электронный ресурс] // URL: <https://global-ocean.ru/tekhnika/rybolovnye-suda-sejner-trauler-yarusolov-drifter/>
11. Датчики «Scanmar» [Электронный ресурс] // URL: <http://region51murman.narod.ru/index/0-72>

12. Перспективы развития АС управления процессами кошелькового и тралового лова [Электронный ресурс] // URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-protssessami-koshelkovogo-i-raznoglubinnogo-tralovogo-lova/viewer>