

1140
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР

На правах рукописи

В.Г. АЖАЖА

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО
ПОИСКА В ПРОМЫШЛЕННОМ РЫБОЛОВСТВЕ

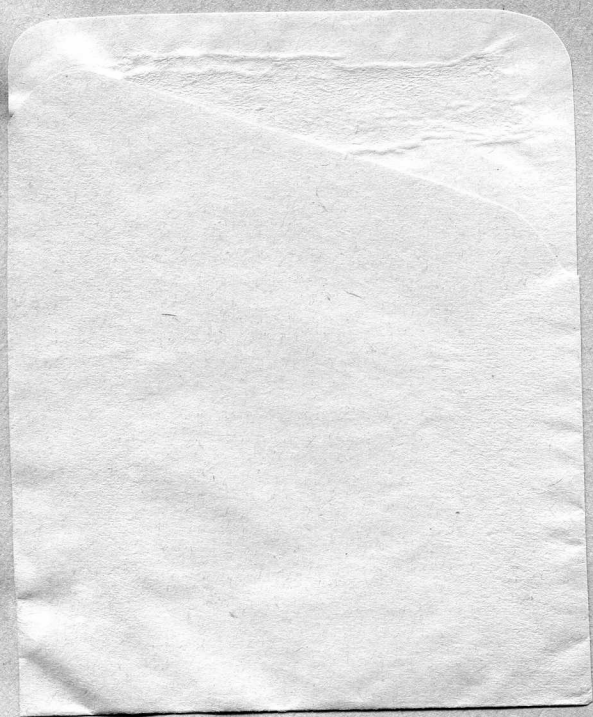
(На примере промысла сельди разноглубинным тралом
в Северной Атлантике)

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Научный руководитель – заслуженный
деятель науки и техники РСФСР,
доктор технических наук, профессор

Ф.И. БАРАНОВ

Москва
1966



На правах рукописи

В. Г. АЖАЖА

639.2.081

А - 34

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО
ПОИСКА В ПРОМЫШЛЕННОМ РЫБОЛОВСТВЕ

/На примере промысла сельди разноглубинным
тралом в Северной Атлантике/

Автореферат диссертации, представленной на
соискание ученой степени кандидата технических
наук.

Научный руководитель - заслуженный
деятель науки и техники РСФСР,
доктор технических наук, профессор

Ф.И. БАРАНОВ

И 1140

639.2.081.7 (261)

FOR XIAN RE. 1944. IMPROVED TYPE

FOR XIAN RE. 1944. IMPROVED TYPE

§ I. Введение и постановка задачи

В сложной цепи процессов и операций добычи рыбы весьма трудоемким и необходимым этапом, предваряющим активный морской лов, является поиск рыбы. Внедрение гидроакустических приборов — гидролокаторов и эхолотов — в технику поиска немалого повысило его эффективность и, по существу, автоматизировало эту операцию. Часто гидроакустический поиск перерастает в наведение промыслового судна на обнаруженное скопление рыбы. Примером решающей роли гидроакустической техники и методов может служить прицельный лов осенне-зимних концентраций атлантическо-скандинавской сельди разноглубинным тралом в Северной Атлантике. Здесь поиск, наведение и лов вытекают один из другого, являя собой взаимосвязанный динамичный процесс.

Отличительная особенность гидроакустических приборов — органическая связь между техникой и методами ее использования. Однако, приходится констатировать, что массовое внедрение этой аппаратуры в рыбную промышленность значительно опережает разработку теоретических основ ее применения.

Основная цель настоящей диссертации состоит в теоретической разработке и обосновании ряда исходных положений принципиального характера, на которых может строиться рациональный гидроакустический поиск и осуществляться наведение промысловых судов на рыбу.

Выбор темы исследования, связанной с поиском сельди и наведением судов при лове разноглубинным тралом обусловлен тем, что этот метод впитал в себя основные достижения в области промысловой гидроакустики /как раздельное, так и совместное использование эхолота и гидролокатора, согласованное с маневром судна и — на завершающем этапе — с применением орудия лова/.

Значительное внимание уделено наиболее сложному и слабо изученному вопросу — теории поиска рыб гидролокатором.

Практические и экспериментальные данные, используемые в работе, получены на промысле в Баренцовом море и Северной Атлантике в рейсах исследовательских, поисковых и промысловых судов и, в частности, научно-исследовательской подводной лодки "Северянка".

Наличие общих и устойчивых закономерностей, присущих методам поиска, позволяет распространить основные теоретические и практические положения работы, как типичные, на случаи применения судовой поисковой гидроакустической аппаратуры любых типов, а также для обнаружения различных видов промысловых рыб.

Реферируемая работа состоит из трех глав, введения и выводов, причем теоретической части предпослан очерк развития средств и методов гидроакустического поиска в промышленном рыболовстве /I глава/.

§ 2. Анализ условий обнаружения рыб гидролокатором

Гидроакустический поиск основывается на биологии рыб, гидроакустике и промысловом судоходстве. Разработка теории этого вопроса связана со значительными трудностями и пока еще не может считаться законченной. В работе сделана попытка изложить некоторые принципиальные основы поиска пелагических рыб гидроакустическими приборами /на примере поиска осенне-зимних концентраций атлантического-скандинавских сельдей/.

Исследование условий обнаружения рыбы /II глава/ выполнено при следующих допущениях: I/ морская вода является изотропной средой, исключаяющей рефракцию акустических лучей; 2/ независимо от предложенной И.И.Месяцевым классификации промысловых концентраций рыб автор оперирует только термином "косяк"; 3/ поскольку размеры объекта поиска /косяка/ на несколько порядков превышают длину акустических волн, применима лучевая теория, т.е. геометрические законы отражения;

4/поисковое судно снабжено современной аппаратурой для обнаружения рыбы с тактико-техническими данными не ниже, чем у гидролокаторов типа "Лодар" и "ХАГ-400" /без наклона вибратора/ и у эхолота "НЭМ-5р".

В этой же главе показано, что существенное влияние на поиск рыбы оказывают следующие известные свойства гидролокатора: дальность действия, скорость хода поискового судна, точность пеленгования, возможность определения глубины нахождения косяка, наличие мертвых зон наблюдения в горизонтальной и вертикальной плоскостях, разрешающая способность по дальности, разрешающая способность по направлению и шаг поиска, т.е. угол поворота вибратора перед каждой очередной посылкой зондирующего акустического импульса.

Принятый в современной практике шаговый поиск производится в пределах сектора поиска, границы которого определяются обстановкой. Время обследования заданного сектора выражено в работе как

$$T_0 = 0,25 R_0 (n + 3) + \frac{2\Omega}{\gamma}, \quad /I/$$

где R_0 - диапазон дальности эхопеленгования

n - число посылок, необходимых для обследования заданного сектора поиска,

Ω - угловая величина сектора поиска,

γ - угловая скорость вращения вибратора.

По формуле /I/ подсчитаны и сведены в таблицу встречающиеся на практике значения T_0 . Из таблицы видно, что с изменением величины сектора поиска, шага поиска и диапазона дальности гидролокатора время обследования меняется в широких пределах и может достигать значительной величины.

Как показывает практика промысла в Северной Атлантике и экспериментальные данные /III глава/, косяки рыбы, являющиеся объектом промысла, могут быть как неподвижными, так и мигрирующими. Взаимное перемещение поискового судна и косяка за сравнительно большое время обследования заданного сектора поиска /формула I/ приводит к тому, что при определенных условиях косяк, даже находившийся в пределах сектора поиска может оказаться необнаруженным.

Для симметричного обследования

$$L_{\text{эф}} = 2 R \sin q_{\text{эф}} . \quad /3/$$

Для асимметричного обследования

$$L_{\text{эф}} = R (\sin q_{\text{эф}\alpha} + \sin q_{\text{эф}\beta}) . \quad /4/$$

Практический расчет эффективной ширины полосы поиска удобно производить по предлагаемым в работе графикам или по приближенным формулам.

Для увеличения угловой скорости обследования и, следовательно, увеличения эффективного угла поиска предлагается отказаться от принятой в промышленной практике величины шага поиска 5° , а производить поиск наиболее выгодным в данных условиях шагом. С этой целью рекомендуется расчетная формула

$$\operatorname{tg} \frac{\Delta}{2} = \frac{d}{2 R_{\text{пр}}} , \quad /5/$$

где Δ — величина шага поиска, град;

d — диаметр проекции имеющего промышленное значение косяка на горизонтальную плоскость, м;

$R_{\text{пр}}$ — максимальная дистанция обнаружения этого косяка, м.

Использование формулы /5/ освобождает от непроизводительной траты времени на повторное обследование сектора путем взаимного перекрытия соседними шагами и позволяет варьировать величину шага поиска в зависимости от преобладающих размеров косяков и начальной дистанции их обнаружения.

В главе III приведены примеры выбора оптимального шага поиска в промышленных условиях.

Эффективность поиска во многом зависит от величины сектора поиска. С целью обоснования правильности выбора величины сектора исследованы случаи поиска неподвижных и подвижных косяков, для чего в соответствии с методикой, разработанной Л.А.Емельяновым и др., построена математическая модель явления и применены законы теории вероятностей.

В первом случае отсутствие перемещения рыбы рассмотрено как частный случай движения со скоростью, равной нулю. При этом считалось, что кинематические характеристики объекта поиска в каждый данный момент неизвестны, т.к. в противном случае само понятие "поиск" потеряло бы смысл. Поэтому величины, характеризующие местоположение и движение косяка относительно поискового судна рассмотрены как случайные и при этом независимые друг от друга. Вероятность обнаружения косяка является функцией распределения случайной величины и в диапазоне курсовых углов поискового судна от q_{p_1} до q_{p_2} /причем $q_{p_2} > q_{p_1}$ / определяется выражением

$$P(q_{p_1} \div q_{p_2}) = \frac{1}{2} (\sin q_{p_2} - \sin q_{p_1}), \quad /6/$$

позволяющим рассчитать численные значения вероятностей появления неподвижных косяков в любом диапазоне курсовых углов наблюдателя. Взяв производную по q_p от функции распределения $P(q_p)$, получим выражение для плотности вероятности

$$f(q_p) = \frac{1}{2} \cos q_p \quad /7/$$

и построим графики функции распределения и плотности вероятностей появления неподвижного косяка с различных направлений относительно поискового судна. Данные сведены в таблицу, откуда видно, что при увеличении сектора поиска более 50° с каждого борта вероятность обнаружения неподвижных косяков возрастает незначительно. Далее показано, что в случае подвижных косяков вероятность их появления в диапазоне курсовых углов поискового судна от q_{p_1} до q_{p_2} ($q_{p_2} > q_{p_1}$) рассчитывается как

$$P(q_{p_1} \leq q_p \leq q_{p_2}) = \frac{\pi}{4 N_0 R (V_p + V_k) E(K, \frac{\pi}{2})} \int_{q_{p_1}}^{q_{p_2}} M_0(q_p) dq_p, \quad /8/$$

где N_0 - среднее число косяков на единицу площади поиска за время t ;

R - радиус круговой зоны обнаружения;
 K - условное обозначение выражения $\frac{2\sqrt{V_p V_k}}{V_p + V_k}$;
 V_p и V_k - скорости перемещения поискового судна и косяка соответственно;

$E(K, \frac{\pi}{2})$ - полный эллиптический интеграл второго рода в пределах от 0 до $\frac{\pi}{2}$;

$M_0(q_p)$ — среднее число косяков, попадающих в зону обнаружения на курсовом угле поискового судна q_p за единицу времени.

Для анализируемого случая, когда $V_k < V_p$ функция $N(q_p)$ является кусочно-непрерывной в интервале $0 < q_p \leq \arccos(-\frac{V_k}{V_p})$; $0 < q_p \leq \arccos(-\frac{V_k}{V_p})$, выведены три формулы для расчета вероятностей появления косяков в заданном диапазоне курсовых углов наблюдателя. Полученные формулы громоздки и едва ли могут быть оперативно использованы в корабельных условиях при отсутствии электронных вычислительных машин. Этот недостаток восполняют рассчитанные по формулам и приведенные в работе графики, пользуясь которыми можно определить вероятность обнаружения движущегося косяка в любом заданном диапазоне курсовых углов для любых соотношений $\frac{V_p}{V_k}$, причем $V_p > V_k$. Из рассмотрения графиков сделано важное заключение, а именно: при поиске подвижных косяков вероятность их обнаружения почти не возрастает при увеличении сектора поиска свыше 60° .

Расчет вероятностей обнаружения неподвижных и подвижных косяков в условиях промысла показан на примерах.

Далее следует, что при использовании гидролокатора целесообразно предусматривать две известных в теории маневрирования судов ситуации, имеющие практическое значение и для обнаружения рыбы:

- поиск в заданном районе;
- поиск по ранее имевшимся данным.

В первом случае поисковое судно не имеет каких-либо конкретных данных о местоположении и элементах перемещения косяков, предполагается только их наличие в районе ограниченных размеров. Цель такого поиска — обнаружение рыбы либо подтверждение ее отсутствия в данном районе.

Поиск по ранее имевшимся данным предусматривает ситуацию, когда поисковое судно потеряло контакт с косяком или располагает посторонней информацией о месте обнаружения косяка и, возможно, об элементах его движения.

При поиске в заданном районе можно считать, что косяки распределяются в нем равномерно, т.е. принять, что на-

хождение косяка в любой части этого района равновероятно. Тогда вероятность обнаружения при определенных условиях может быть получена с помощью формулы распределения Пуассона /вероятности редких событий/:

$$P = 1 - e^{-\frac{L_{\text{эф}} \cdot l}{S}}, \quad /9/$$

где $L_{\text{эф}}$ - эффективная ширина полосы поиска;
 l - длина траектории наблюдателя;
 S - площадь района поиска.

В работе доказана применимость формулы /9/ к случаю поиска рыбы в заданном районе и приведены примеры из практики.

В этом же разделе установлено, что случаю поиска по ранее имевшимся данным соответствует случайное неравномерное распределение местоположения косяка. Анализ такого распределения показал, что траектория движения поискового судна должна быть всегда совмещена с максимумом плотности распределения местоположения косяка, т.е. должна быть логарифмической расходящейся спиралью, уравнение которое в полярной системе координат имеет вид

$$W = W_0 e^{k\varphi}, \quad /10/$$

где φ - угол, на который развернута спираль;
 W_0 - радиус-вектор спирали при $\varphi = 0$;
 k - параметр спирали, определяющий ее форму и скорость увеличения текущего радиуса-вектора.

Далее установлен смысл параметров спирали применительно к задаче поиска рыбы.

Поскольку в морских условиях направить судно по логарифмической спирали вряд ли возможно, рекомендуется на практике заменить его поиском переменными галсами, т.е. способом поиска "по спирали", известным также как способ Виньо, и доказывається правомерность такой замены. Здесь путь поискового судна представляет собой маневрирование на постоянном курсовом угле относительно неподвижной точки /полюса/, определяемой первоначальными координатами косяка.

Для увеличения вероятности обнаружения косяков оба разобранных выше вида поиска могут выполняться группой судов, т.к. в этом случае будет возрастать $L_{эф}$ в формуле /9/. Поиск группой может осуществляться как на прямом курсе, так и на зигзаге. Расчет показывает, что при поиске на зигзаге площадь, обследуемая за единицу времени, увеличивается примерно на 20% по сравнению с обследуемой на прямом курсе, несмотря на некоторое уменьшение генеральной скорости.

§ 3. Анализ условий обнаружения рыбы эхолотом

Теории и практике применения эхолота на промысле, не в пример использованию гидролокатора, посвящено много работ. Поэтому в диссертации уделено внимание исследованию лишь некоторых поисковых характеристик эхолота, учет которых представляет необходимым во время поиска пелагических рыб.

Считается, что величина вертикального преувеличения эхо-записи косяка за счет влияния длительности импульса составляет $\frac{\tau c}{2}$, где τ - длительность импульса, c - скорость распространения звука в морской воде. В связи с этим в работе приведены 3 частных случая.

1. Длина импульса в пространстве τc велика по сравнению с вертикальной протяженностью отражающего объекта x , т.е. $\tau c > x$. Это ситуация, когда объектом является одиночная рыба. Тогда $\sigma \approx \tau$, где σ - длительность принятого эхосигнала.

2. $\tau c = x$. Этот случай обычно возникает, когда эхолот зондирует небольшие стаи рыб. Здесь $\sigma = \tau + 2 \frac{x}{c} = 3\tau$

3. $\tau c < x$. Это наиболее часто встречаемый на промысле в Северной Атлантике случай, когда косяки имеют значительную протяженность по вертикали. Тогда

$$\sigma = 2 \frac{x}{c} \quad /II/$$

Выводы, вытекающие из I и 3 частных случаев, согласуются с экспериментальными данными, приведенными во II и III главах работы.

Значительные искажения в эхозаписи косяка вызваны линейными размерами зоны действия эхолота, т.е. водного пространства, которое пронизывается акустическими лучами в результате посылки одного зондирующего импульса. В этом разделе показана степень влияния зоны действия на вид эхозаписи. При анализе принята гипотеза, по которой вид эхозаписи одиночной рыбы эхолотом представляет собой в общем случае гиперболу или так называемую серповидную запись. Состоятельность этой гипотезы подтверждена во III главе, где приведены данные визуальных наблюдений за сельдью в иллюминаторы исследовательской подводной лодки "Северянка" и одновременной записи рыбы нижним и верхним эхолотами. Серповидная запись позволяет подсчитать диаметр активной части зоны эхолота D , в пределах которой данная рыба обнаруживается на данной глубине. Если зона действия в сечении, перпендикулярном оси излучения образует не круг, а другую фигуру, например, эллипс, то D — одна из его осей.

Анализ вида серповидной записи позволяет учитывать преувеличения по вертикали, зависящие от величины зоны действия.

Исследование вопроса о горизонтальной протяженности эхозаписи и переходе к действительной длине косяка по курсу поискового судна произведено в работе с учетом того, что горизонтальный размер эхозаписи на данной глубине преувеличен на величину продольного диаметра зоны действия D при этой же глубине /при условии, что судно на ходу/. Для эхолотов с постоянной скоростью транспортировки ленты выведена формула

$$L = a \ell V_p - D_{np}, \quad /12/$$

где L — длина косяка, м;
 a — коэффициент размерности;
 ℓ — длина эхозаписи косяка, мм;
 V_p — скорость судна, узлы;

Приведены также формулы для случая применения эхолотов, где скорость транспортировки бумаги может изменяться в широких пределах.

Рассмотрение поисковых характеристик эхолота завершается исследованием отображения плотности косяков рыбы на эхограмме. Показано, что расчет плотности будет прост, если в эхозаписи различимы отдельные рыбы. Теоретически два, расположенные на одной вертикали, объекта будут записаны на эхограмме раздельно, если соблюдается условие

$$z_v > \Delta N \text{ сум.} \quad /13/$$

где z_v - вертикальное расстояние между объектами;
 $\Delta N_{\text{сум}}$ - суммарная ошибка в изображении вертикального размера косяка.

Кроме того, два расположенных на одной горизонтали объекта запишутся на эхограмме раздельно, если

$$z_r > D, \quad /14/$$

где z_r - горизонтальное расстояние между объектами;
 D - диаметр зоны действия.

Для простоты здесь опущено рассмотрение условий раздельной записи двух объектов, расположенных относительно друг друга иначе, чем в случаях /13/ и /14/.

Итак, когда на эхограмме различимы отражения от отдельных рыб /"серий"/, плотность можно подсчитать по формулам, которые приведены в работе. В частности, при плавании на "Северянке", где один эхолот контролирует водное пространство под лодкой, а другой над ней, плотность скоплений сельди подсчитывалась следующим образом

$$\rho = \frac{N}{2 V_P \cdot T} \cdot \frac{\pi z^2 \alpha}{360} \quad /15/$$

где ρ - плотность /шт-м³/;
 N - количество рыб, зафиксированных эхолотом за время T , шт;
 V_P - скорость движения судна /м/мин./;
 z - максимальная дистанция обнаружения сельди боковыми лучами зоны действия, м;
 α - угол чувствительности, определяющий зону действия, град.;

Однако на осенне-зимнем промысле в Северной Атлантике

другу ближе, чем это предусматривается условиями раздельной эхозаписи /I3/ и /I4/. В этом случае запись косяка на эхограмме проявляется в виде единой сплошной массы, что создает впечатление чрезвычайной монолитности косяка. В III главе приведены данные подсчета весового количества сельди, приходящегося на 1 м^3 водного пространства, занимаемого косяком. Подсчет произведен по результатам 250 тралений. Подсчет показал, что даже плотный, судя по эхограмме, косяк сельди, дающий значительный улов, в действительности представляет собой совокупность особей, расположенных не вплотную друг к другу, а на расстоянии, определяемом метрами.

§ 4. Схема гидроакустического поиска сельди и прицельного наведения разноглубинного трала

Произведенное выше исследование некоторых закономерностей, присущих гидроакустическому поиску рыбы, позволило представить рациональные схемы поиска и последующего прицельного наведения разноглубинного трала, которые предлагается использовать в практике промышленного рыболовства. Рекомендуются порядок выбора оптимального шага поиска и величины сектора поиска в зависимости от предполагаемой или известной степени подвижности косяков, а также выгодный вид маневрирования судна и режим работы гидролокатора и эхолота. Поиск считается завершенным, когда посредством эхолота зафиксировано местоположение косяка в трехмерной системе координат /глубина нахождения косяка и географические координаты судна в момент пребывания над косяком/, определены его размеры и промысловая значимость.

Определяющими факторами успешного прицельного лова являются правильный выбор курса /особенно при лове движущихся косяков/ и горизонта /глубины/ траления. Показано, что в отдельных случаях, в частности, типичных для промысла разноглубинным тралом в Северной Атлантике, высота косяка на эхограмме может быть значительно преувеличена. В этом состоит одна из главных причин промахов при лове. Другая причина промахов, как установлено в работе, происходит из-за того, что многие переместившиеся с курса сближения косяки, находящиеся

в стороне от судна, записываются боковыми лучами зоны действия эхолота, дезориентируя капитана. Для избежания промахов рекомендуется методика выбора горизонта траления, т.е. глубины хода верхней подборы разноглубинного трала и порядок изменения этого горизонта в зависимости от вертикальной миграции косяков. Применение гидролокаторов с наклонным вибратором исключает промахи за счет записи косяков боковой частью зоны действия эхолота.

Основные этапы рекомендуемых схем опробованы автором в экспериментальных рейсах траулеров "Северное сияние" и "Витебск".

В III главе, кроме некоторых экспериментальных и практических данных, подкрепляющих теоретический материал II главы, приведены примеры определения элементов горизонтального перемещения косяка в условиях промысла с помощью гидролокатора и радиолокационной станции, а также использования эхолота для контроля глубины хода разноглубинного трала другого судна.

Выводы и рекомендации

Выполненный в работе и подкрепленный экспериментальными данными теоретический анализ условий обнаружения косяков пелагических рыб гидролокатором и эхолотом, показал, что —

1. В зависимости от величины сектора, шага поиска и рабочего диапазона дальности гидролокатора время обследования заданного сектора меняется в широких пределах и может достигать значительной величины. Поэтому находящийся в пределах обследуемого сектора косяк, особенно движущийся, может быть обнаружен гидролокатором шагового поиска с большим опозданием или может быть не обнаружен вовсе.

2. Для оценки эффективности поиска рыб гидролокатором вводится критерий — эффективный угол поиска. Этот угол будет увеличиваться в случае

- уменьшения скорости поискового судна,
- поиска неподвижных или малоподвижных косяков,
- увеличения угловой скорости обследования,
- если курс движущегося косяка будет отличаться от направления, перпендикулярного задней границе сектора поиска.

Учет названных факторов повышает эффективность поиска.

3. В существующей практике поиска гидролокатором принято обследовать секторы величиной $75-90^{\circ}$ с каждого борта. На основании произведенного в работе математического анализа установлено, что при увеличении сектора поиска более 50° с каждого борта вероятность обнаружения неподвижных косяков возрастает незначительно. При поиске подвижных косяков вероятность обнаружения почти не возрастает при увеличении сектора поиска более 60° .

4. При наиболее частом случае поиска косяков рыбы — так называемом случайном поиске — вероятность обнаружения подчиняется закону распределения Пуассона. При поиске по ранее имевшимся данным /в случае потери гидроакустического контакта — после подъема трала и т.п./ траектория движения поискового судна должна все время проходить через места наиболее вероятнейшего нахождения косяка, т.е. должна быть логарифмической расходящейся спиралью.

5. Вероятность обнаружения косяков будет возрастать с увеличением числа судов в поисковой группе. При поиске на загзаге площадь, обследуемая за единицу времени, увеличивает-ся примерно на 20%, несмотря на некоторое уменьшение генеральной скорости.

6. Ранее считалось, что при лоцировании крупных косяков вертикальное преувеличение на эхограмме может достигать незначительных размеров. В работе показано, что в отдельных случаях, в частности, типичных для промысла разноглубинным тралом в Северной Атлантике, высота косяка при фиксации эхолотом может быть значительно преувеличена. В этом состоит одна из главных причин промахов при лове атлантическо-скандинавской сельди прицельным методом.

7. Другая причина промахов вызвана значительными размерами зоны действия эхолота, из-за чего находящийся в стороне от траулера косяк может быть зафиксирован на эхограмме. Установка гидролокаторов с возможностью изменения наклона вибраторов исключает названную причину.

8. Произведенное в работе исследование вопросов теории и применения гидроакустического поиска в промышленном рыболовстве дает нужную базу для использования на поисковых и промысловых судах электронной счетно-решающей техники, способствующей комплексной автоматизации процессов поиска и лова рыбы.

Кроме того, из работы вытекают следующие рекомендации.

1. Величина эффективной ширины полосы поиска, являясь функцией эффективного угла, зависит от тех же факторов, что и сам угол. Для быстрого расчета эффективной ширины полосы поиска можно использовать предлагаемые в работе графики или приближенные формулы.

2. Для увеличения эффективности поиска желательно варьировать величину шага поиска гидролокатором в зависимости от средних размеров косяков и обеспеченной дальности обнаружения рыбы в соответствии с предлагаемой в работе методикой.

3. Рациональный поиск и прицельный лов скоплений пелагических рыб целесообразно строить на основе разработанных в диссертации схем гидроакустического поиска осенне-зимних концентраций атлантическо-скандинавской сельди и прицельного наведения разноглубинного трала на косяк.

4. Приведенные в работе некоторые результаты исследований на подводной лодке "Северянка" указывают на необходимость применения для поиска рыбы гидроакустической аппаратуры с приемно-излучающими системами, опускаемыми на глубину ниже аэрированного поверхностного слоя моря.

X

X

X

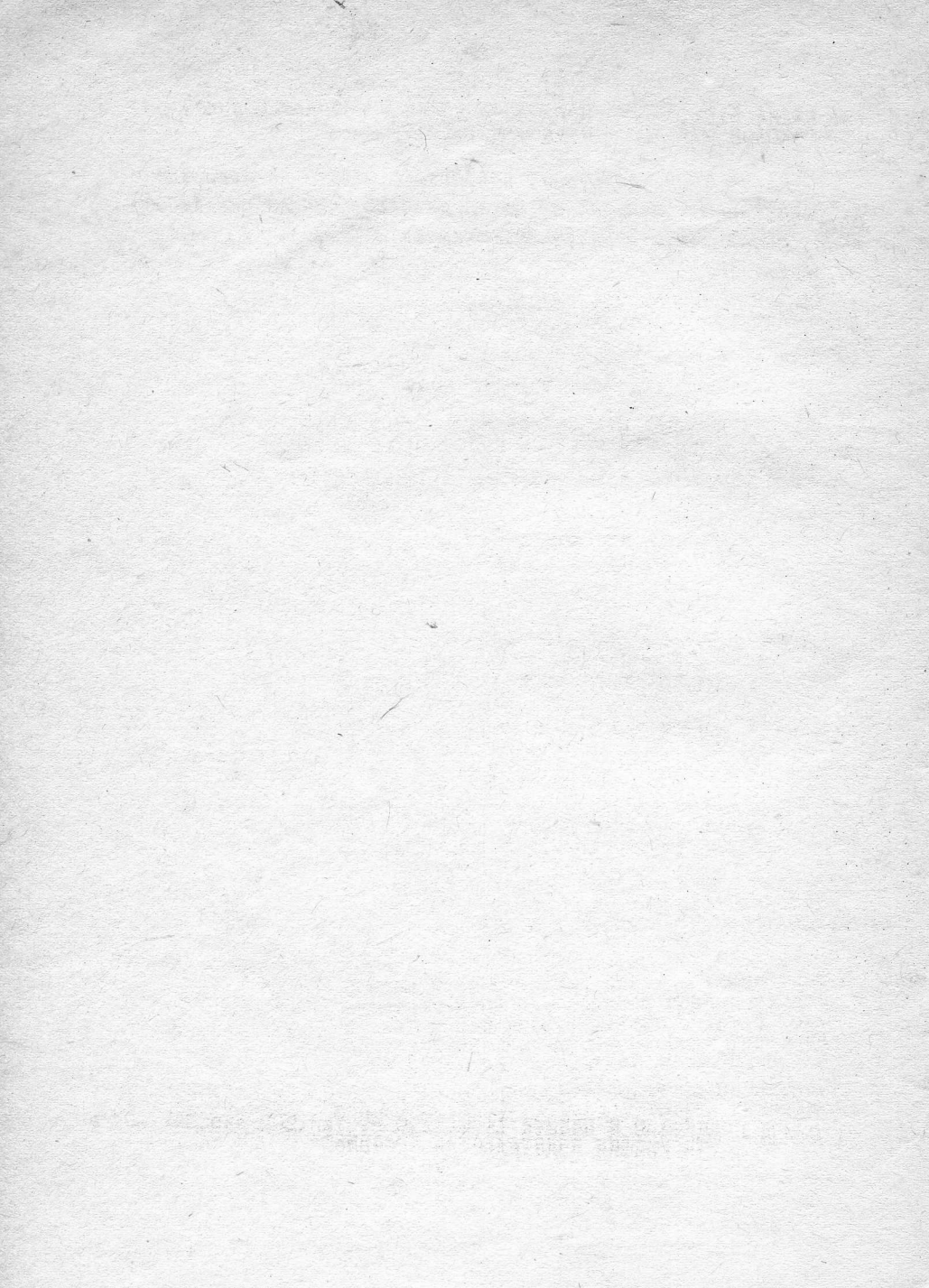
Главные положения диссертации опубликованы в 26 работах, в частности:

1. АЖАЖА В.Г.: Улучшить использование гидроакустических приборов. Рыбное хозяйство, № 4, 1956.
2. АЖАЖА В.Г.: О рыбопоисковых качествах некоторых эхолотов. Рыбное хозяйство, № II, 1956.
3. АЖАЖА В.Г.: Об использовании эхолота для обнаружения рыб. Изд. МРП СССР, М., 1956.
4. АЖАЖА В.Г.: Поиск рыбы эхолотом. Изд. МРП СССР, М., 1956.
5. АЖАЖА В.Г.: Современная гидролокация в морском рыболовстве зарубежных стран. Изд. МРП, М., 1956.
/совместно с
ШИШКОВОЙ Е.В. и
ЧЕРНЫШЕВЫМ К.В./
6. АЖАЖА В.Г.: Использование гидролокатора при поиске и лове осенне-зимних концентраций атлантической сельди разноглубинным тралом. ВНИРО, М., 1957.
7. АЖАЖА В.Г.: Подводные научные экспедиции на "Северянке". Рыбное хозяйство, № 7, 1959.
/совместно с
ЗАЙЦЕВЫМ В.П./
8. АЖАЖА В.Г.: Об использовании гидроакустических приборов при лове сельди разноглубинным тралом. Труды ВНИРО, т. 41. Пищепромиздат, М., 1959.
9. АЖАЖА В.Г.: Два частных случая использования гидроакустических приборов при работе с разноглубинным тралом. Изд. журнала "Рыбное хозяйство", 1959.
10. АЖАЖА В.Г.: Современная методика поиска сельди гидроакустическими приборами в осенне-зимний период в Северной Атлантике. Труды Совещания по биологическим основам океанического рыболовства. Изд-во АН СССР, М., 1960.
11. АЖАЖА В.Г.: Поиск рыбы гидроакустическими приборами. Пищепромиздат, М., 1960. Книга переведена за рубежом.
12. АЖАЖА В.Г.: О средствах подводных исследований и областях их применения. Труды Океанографической комиссии, т. 14, Изд-во АН СССР, М., 1962.

ИЗ. АЖАЖА В.Г.
СОКОЛОВ О.А.

Подводная лодка в научном поиске.
Наука, М., 1966.

Кроме того, некоторые результаты работы докладывались на Всесоюзном совещании по биологическим основам океанического рыболовства и на Ученых советах НИРО.



10

