

Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт морского рыбного
хозяйства и океанографии
(ВНИРО)

На правах рукописи
УДК 639.2.081.117.21-52

КОТОВ Евгений Иванович

ВЛИЯНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ГОРИЗОНТОМ ХОДА ТРАЛА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЛОВА

Специальность 05.18.17. "Промышленное рыболовство"

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 1990

К

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) и научно-производственном объединении по технике промысловства

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Трешев А.И.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Фридман А.Л., кандидат технических наук Гольбадамов П.С.

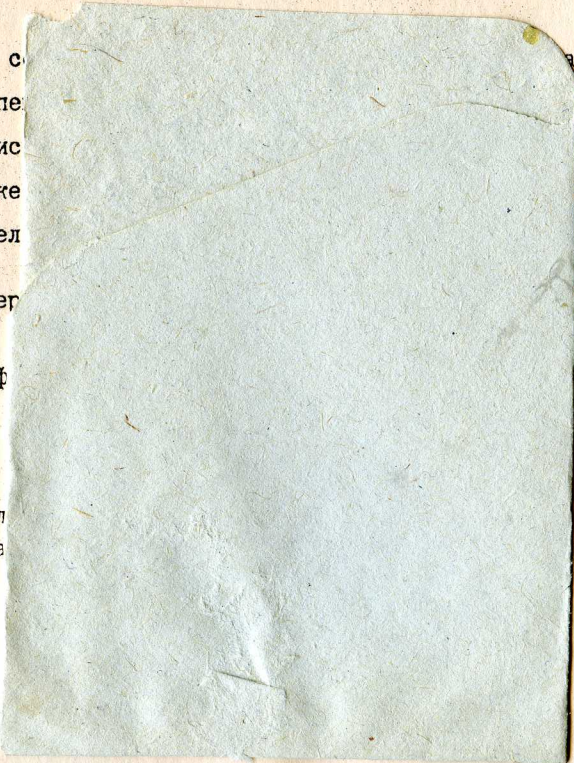
Ведущая организация: Производственное объединение "Калининградрыбпром"

Защита с
заседании Спе
ном научно-ис
зьяйства и оке
нян Красносел

С диссер

Автореф

Ученый
Специал
кандиде



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Разноглубинный траловый лов, обеспечивая в настоящее время более 70 % общего объема добычи рыбных объектов, и в будущем будет являться основным видом советского океанического рыболовства.

В последнее десятилетие направление развития тралового лова, связанное с увеличением энергоемкости, тягово-скоростных характеристик технических средств и габаритов орудий лова, во многом себя уже исчерпало, и большее внимание начало уделяться иному пути, предполагающему совершенствование управления ходом процесса добычи. Достижение рационального управления, вскрывая резервы повышения эффективности промысла, может привести как к возрастанию производительности рыбодобывающих комплексов, так и к снижению эксплуатационных затрат, ликвидации аварийных режимов и простоев.

Практическим инструментом для оптимизации управления процессом добычи должны стать автоматизированные системы, построенные на базе микропроцессоров и микроЭВМ, которые при небольшой стоимости имеют высокий уровень функциональной надежности и обширные возможности по переработке информации. Одной из принципиально важных задач, доступных для решения в рамках АСУ ТП тралового лова, подготовленных к переходу к автоматизированной технологии, является управление горизонтом хода орудия лова. Переключение функций по управлению тралом на средства автоматики и вычислительной техники изменит характер деятельности судоводителей, высвобождая их от расчетов программ управляющих воздействий и рутинных операций по контролю и поддержанию требуемых значений технологических параметров, сохраняя ответственность за принятие решений о ходе процесса и позволяя больше время уде-

лять обеспечению безопасности мореплавания. Однако основной положительный результат автоматизации связывается прежде всего с ее сравнительной технико-экономической эффективностью.

Эффективность прицельного наведения трала по глубине может раскрываться в двух аспектах. С технической точки зрения к управлению предъявляется ряд специфических, часто противоречивых, требований, касающихся как его качества /точности, быстродействия, энергозатрат и др./, так и необходимости соблюдения правил эксплуатации оборудования. В этом плане весьма актуальным является обоснованный выбор конкретной программы действий для достижения заданного положения орудия лова наилучшим образом. Экономическая же целесообразность преднамеренного изменения горизонта хода трала и собственно промысловая эффективность прицельных методов траления зависит и от технических возможностей по управлению, и от характеристик распределения и поведения рыбных объектов. Поэтому оценка реальных пределов повышения производительности добычи рыбы при эксплуатации АСУ ТП тралового лова также важна для теории и практики промышленного рыболовства.

Цель работы заключается в оценке технической и промысловой эффективности при целенаправленном управлении глубиной хода орудия лова, обосновании методов прицельного наведения трала в рамках автоматизированных систем управления добычей рыбы.

В достижении намеченной цели в работе решаются задачи:

уточнение структуры и требований к алгоритмам управления тралом в вертикальной плоскости, разработка метода их синтеза и анализа;

построение теоретической схемы для оценки сравнительного эффекта от прицельного наведения трала и экспериментальная про-

верка связи производительности лова с параметрами технических средств и промысловой обстановки;

анализ функционирования АСУ ТП тралового лова на промысле, определение значений показателей ее эффективности.

Научная новизна состоит в следующем:

рассмотрении проблемы управления горизонтом хода трала как многокритериальной, формулировке системы критериев качества и ограничений;

разработке метода синтеза алгоритмов управления на основе использования эвристических правил принятия решений;

уточнении математической модели производительности лова при прицельном наведении трала;

развитии методики обработки результатов промысловых испытаний для случая использования АСУ ТП.

К практической ценности работы относятся:

построение ряда алгоритмов управления глубиной хода трала для типичных ситуаций прицельного лова;

получение оценок качества управления при ручной и автоматизированной технологии наведения орудия лова, обоснование требований к функциям по управлению тралом в рамках АСУ ТП;

установление характера связи относительного эффекта прицельного наведения с параметрами технических средств и характеристиками распределения рыбы /на примере ставриды в районе ЮВА/;

оценка пределов повышения эффективности добычи рыбы при эксплуатации системы "Атлант-1".

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на Всесоюзных научно-технических конференциях "Проблемы комплексной автоматизации судовых технических средств" /Ленинград, 1982/ и по промышленному рыболовству, посвященной 100-ле-

тию профессора Ф.И.Баранова /Калининград,1986/,на всесоюзном семинаре по гидромеханике и проектированию орудий лова /Калининград,1985/,всесоюзной отраслевой научно-технической конференции "Проектирование и эксплуатация техники промышленного рыболовства" /Калининград,1989/,а также ряде конференций и семинаров молодых ученых и специалистов.

Внедрение работ. Результаты исследований по теме диссертации использованы в опытно-конструкторских разработках НИО промрыболовства при создании АСУ ТП тралового лова.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ / 6 статей и 4 тезисов докладов/.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и основных выводов,изложена на 148 страницах машинописного текста. Работа содержит 11 рисунков и 13 таблиц, приложения на 24 страницах. В списке литературы 156 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Во введении обоснована актуальность,определена цель и основные задачи исследований.

В первой главе приведен обзор основных результатов исследований по проблеме управления глубиной хода трала,указаны особенности процесса и резервы повышения его эффективности в плане возможной автоматизации.

Во второй главе излагается теоретическое исследование двух вопросов,раскрывающих,во-первых,сущность предлагаемого метода анализа и синтеза алгоритмов управления горизонтом хода трала,а,во-вторых,вероятностную схему,позволяющую определить математическое ожидание улова при прицельной тактике промысла.

В качестве управляемого объекта рассматривается условная система судно-ваер-трал /СВТ/,воздействия на которую позволяют осуществить преднамеренное движение трала в вертикальной плоскости по траектории,обеспечивающей захват рыбных скоплений. Цель управления полагается известной,а типичным маневром глубиной хода трала является перевод его с одного стационарного горизонта на другой. Любая более сложная траектория будет состоять из совокупности стационарных и переходных участков.

В такой постановке задача синтеза алгоритма управления будет состоять в определении последовательности управляющих воздействий,обеспечивающей перевод системы СВТ из начального состояния,характеризуемого горизонтом хода H_0 и скоростью траления U_0 , в конечное,соответствующее заданным H_3 и U_3 . При тралениях на максимально возможных скоростях установившееся состояние будет характеризоваться предельной нагрузкой главного двигателя. В отличии от общепринятых методов исследования и оптимизации управления движущимися объектами,предполагающими изначальную схематизацию управляемой системы и построение математической модели ее идеализированного аналога /аналитически либо на основе принципов теории автоматического управления/, предлагается использовать специальные правила,позволяющие построить алгоритмы,подобные последовательностям действий и команд судоводителей,реализуемых непосредственно на промысле.

Для анализа программ управляющих воздействий принята система ограничений и критериев качества. Ограничения состоят в следующем:

расход мощности дизель-энергетической установки не должен превышать номинальное значение,исключая допустимые кратковременные перегрузки;

нагрузка на ваерные лебедки при травлении и выборке должна находиться в заданных пределах;

скорость трала должна обеспечивать сохранение им рабочей формы.

Критериями качества принять:

быстродействие, определяющее общую продолжительность перехода трала в заданное положение по глубине;

энергетические затраты, пропорциональные расходу топлива;

число переключений, характеризующее сложность алгоритма и косвенно оценивающее износ ваеров и движущихся частей механизмов;

точность выведения трала на новый горизонт хода.

В каждом конкретном случае один из критериев назначается главным, а остальные играют роль дополнительных ограничений.

Анализ экспериментальных работ, проводимых в НПО промысловства, начиная с 1975 года, позволил установить, что в ходе установленных режимов управляемые координаты /горизонт и скорость трала/ могут быть с достаточной точностью выражены в функции от управляющих параметров с учетом корректировки по внешним условиям и данным обратной связи. На переходных режимах, осуществляемых при постоянных значениях угла разворота лопастей винта регулируемого шага /ВРШ/ и командоконтроллеров ваерных лебедок /ВЛ/, траектория трала носит квазистационарный характер, что позволяет ограничиться описанием кинематики движения.

Структура алгоритма, отвечающего принятой системе критериев и ограничений, предполагает выделение трех состояний управляющих параметров: начального, промежуточного и конечного. Укрупненный расчет параметров алгоритма сводится к следующему:

определение значений управляющих параметров, требуемых для

нового установившегося режима травления;

расчет промежуточных значений угла разворота лопастей ВРШ и положения командоконтроллеров ВЛ;

выбор методов перехода из начального состояния в промежуточное и далее в конечное.

Упрощенная модель движения системы СВТ, позволяющая производить указанные расчеты, должна включать:

уравнения стационарного движения для горизонта хода трала и скорости буксировки, а также загрузки главного двигателя;

уравнения для переходных режимов, описывающие скорости судна, ваеров и трала;

ограничения, в том числе соотношения для нагрузки на ВЛ и расхода мощности дизель-энергетической установки.

Все выражения в качестве аргументов должны содержать управляющие параметры, в общем случае: α - угол разворота лопастей ВРШ; L - длину ваеров и \mathcal{X} - положение командоконтроллеров ВЛ. При выборе путей перехода от стационарных режимов к переходным и наоборот допускается, что действие передается на орудие лова аддитивно, так как в любом случае сводится к изменению натяжения ваеров в месте крепления к распорным доскам. Рассматривая лишь дискретные значения управляющих параметров, получим конечное число возможных сочетаний, удовлетворяющих ограничениям. Если при выборе алгоритма управления ввести приоритетность критерия числа переключений, то процедуру отыскания вариантов, оптимальных по другим принятым критериям, можно свести к перебору алгоритмов, начиная с простейшего, с постепенным усложнением за счет дополнительных переключений. Наиболее эффективные, например, по быстродействию варианты потребуют перерегулирования как по длине ваеров, так и по углу разворота лопастей ВРШ. Самыми

последними должны анализироваться варианты, построенные с учетом попустимых кратковременных перегрузок.

С помощью подобного подхода доступно получить ряд алгоритмов управления как обозримой последовательности управляющих воздействий, пригодных для реализации как непосредственно на промысле, так и при создании информационно-советующих или управляющих АСУ ТП тралового лова.

Для расчетной оценки возможностей повышения эффективности лова при прицельной тактике была применена известная вероятностная схема /Кацильников, 1973/. Исходная мера эффективности - вероятность получения улова для рассматриваемого случая описана укрупненным выражением

$$P(Q > 0) = P_{ГАС} \cdot P_{ОЛ} \cdot P_{УЛ}, \quad (1)$$

где $P_{ГАС}$ - вероятность попадания объекта в зону действия гидроакустических средств /ГАС/;

$P_{ОЛ}$ - вероятность попадания объекта лова в зону действия орудия лова /ОЛ/;

$P_{УЛ}$ - вероятность попадания рыбы в накопитель улова.

В качестве эффективной зоны действия ГАС $V_{ГАС}$ принят обследованный гидролокатором или эхолотом за единицу времени объем воды, в котором возможно обнаружение рыбных объектов. Зоной действия орудия лова $V_{ОЛ}$ в единицу времени полагается протраленный объем /Трещев, 1970/. На основании закона больших чисел в форме теоремы Пуассона уловистость трала $P_{УЛ}$ полагается независимой от характера его движения.

Прицельное траление рассматривается как сумма единичных циклов, продолжительность каждого из которых в свою очередь является суммой времени обнаружения $t_{обн}$ и последующего облова

$t_{обн}$. Принимая, что в водном пространстве стаи рыб образуют пуассоновское поле, средний промахуток между обнаружениями может быть определен по формуле

$$t_{обн} = \frac{1}{\lambda_v \cdot V_{ГАС} \cdot P_{обн}}, \quad (2)$$

где λ_v - плотность поля косяков в пространстве;

$P_{обн}$ - вероятность обнаружения косяка внутри области

Продолжительность же преднамеренного облова будет зависеть как от начального расстояния между тралом и косяком, так и от поведения рыбных объектов и др.

Если при неприцельной тактике лова количество стай, попавших в зону действия ОЛ за заданное время t , составляет

$$\omega^{неп} = \lambda_v \cdot t \cdot V_{ОЛ}, \quad (3)$$

то в случае периодического целенаправленного наведения трала число захваченных объектов сложится из тех, которые облавливались прицельно, и попавших самопроизвольно в ходе буксировки трала в пределах рыбосодержащего слоя

$$\omega^{по} = \lambda_v \cdot t \cdot \frac{V_{ГАС} \cdot P_{обн} \cdot (P_{выб} \cdot P_{нах} + \lambda_v \cdot V_{ОЛ} \cdot t_{обн}) + V_{ОЛ} (1 - P_{обн})}{1 + \lambda_v \cdot V_{ГАС} \cdot P_{обн} \cdot t_{обн}}, \quad (4)$$

где $P_{выб}$ - вероятность выведения трала в заданную область;

$P_{нах}$ - вероятность нахождения рыбы в месте встречи с ОЛ.

Домножая полученную величину на математическое ожидание объема косяка m_b , среднюю удельную биомассу стаи χ и уловистость, причем к выражению для математического ожидания улова при прицельной тактике

$$M[Q]^{по} = \lambda_v \cdot t \cdot V^* \cdot m_b \cdot \chi \cdot P_{УЛ}, \quad (5)$$

где V^* - некоторая условная величина, имеющая размерность зоны действия.

При этом допускается, что преднамеренному облову подлежит первый же из обнаруженных косяков, а эффект прицельности сводится лишь к повышению количества объектов, попавших в зону действия ОЛ. Такая схема принята для упрощения экспериментальной проверки модели, ибо число захваченных косяков может быть проконтролировано по эхограмме тралового зонда.

В связи с тем, что в данном представлении улов пропорционален числу обловленных объектов, относительная мера эффективности прицельного наведения по сравнению с неприцельным ловом составит

$$\frac{\omega^{пр} - \omega^{нел}}{\omega^{нел}} = \frac{P_{обн} \cdot (V_{гас} \cdot P_{выб} \cdot P_{нах} - V_{сл})}{V_{сл} \cdot (1 + 2 \cdot v \cdot V_{гас} \cdot P_{обн} \cdot t_{обл})} \quad (6)$$

Положительное приращение будет иметь место при условии

$$V_{гас} \cdot P_{выб} \cdot P_{нах} > V_{сл} \quad (7)$$

Произведение вероятностей $P_{выб}$ и $P_{нах}$ характеризует количественную меру появления в зоне действия трала меченного /выбранного/ косяка и определяется как возможностями по управлению, так его подвижностью и стереотипом поведения.

Если принять в качестве основного поискового средства гидролокатор "Таймень", то, полагая дальность обнаружения равной 3000 м, сектор сканирования 45° и угол наклона характеристики направленности 30°, при вертикальной протяженности рыбосодержащего слоя 100 м, при трале 110/620 м условие примет вид

$$P_{выб} \cdot P_{нах} > 0,36$$

В целом относительная мера эффективности прицельного лова зависит:

от характеристик технических средств $V_{гас}, V_{сл}, P_{обн}$;

от параметров промысловой обстановки $2 \cdot v, P_{нах}$,

а также тактических параметров $P_{выб}, t_{обл}$.

В третьей главе описана методика экспериментальных исследований.

При проверке адекватности расчетного метода синтеза алгоритмов предусматривалось сравнение расчетных и фактических значений параметров на стационарных и переходных режимах, а также оценка быстродействия, энергозатрат и числа переключений. Качество автоматизированного управления горизонтом хода трала оценивалось по специальной методике, подготовленной для приемосдаточных испытаний системы "Атлант-1".

Для получения параметров распределения рыбы на акватории были использованы известные документы, разработанные в Атлантиро, а именно: "Методические указания по сбору и первичной обработке эхограмм рыбопоисковых приборов" и "Оценка характеристик распределения промысловых объектов".

Для анализа промысловой эффективности использования АСУ ТП тралового лова в течении периода совместного промысла судна, использовавшего систему "Атлант-1" /расчетный вариант, параметры имеют индекс "р"/, и группы однотипных траулеров промышленности /базовый вариант, параметры с индексом "б"/ были сформированы массивы первичных данных в объеме судовых суточных доносений. После вычисления средних арифметических и дисперсий дальнейшая математическая обработка производилась по алгоритму, приведенному на Рис.1., где приняты следующие обозначения:

\bar{v} - средняя скорость траления;

T_c - время тралений за сутки;

Q_w - суточный улов, отнесенный к протраленному объему воды;

g_c - улов на час траления;

Q_c - вылов за сутки лова.

В частности, несмещенные оценки для средних уловов получаются при выборе одного из трех значений, имеющего наименьшую дисперсию. Средние за период промысла значения суточного вылова определяются по формулам:

$$\bar{Q}_{c1} = \frac{1}{m} \sum Q_{ci}; \quad (8)$$

$$\bar{Q}_{c2} = \frac{\sum N_{ci} \cdot \sum g_{zi}}{m^2} + \text{cov}\{N_c, g_z\}; \quad (9)$$

$$\bar{Q}_{c3} = \frac{\sum N_{ci} \cdot \sum Q_{pi}}{m^2} + \text{cov}\{N_c, Q_{TP}\}, \quad (10)$$

где Q_{TP} - улов за траление;
 N_c - число циклов лова за сутки;
 cov - ковариация /корреляционный момент/ соответствующих случайных величин.

Для уловов на час траления также используются три формулы:

$$\bar{g}_{z1} = \frac{1}{m} \sum g_{zi}; \quad (11)$$

$$\bar{g}_{z2} = \frac{\sum Q_{ci}}{\sum N_{ci}}; \quad (12)$$

$$\bar{g}_{z3} = \frac{\sum Q_{pi}}{\sum N_{ci}}. \quad (13)$$

В зависимости от условий в качестве основного показателя производительности лова принимается среднесуточный улов, улов на час траления или же суточный улов, отнесенный к протраленному объему. В формальном виде проверка, например, условия $\bar{N}_c^s \approx \bar{N}_c^p$ производится как проверка гипотезы о принадлежности обеих выборок одной генеральной совокупности.

Проверка однородности дисперсий в обоих вариантах проводится перед сравнением выборок по стандартному t -критерию Стьюдента. Если различие в дисперсиях превышает критическое значение, то применять t -критерий допустимо только при корректировке числа степеней свободы. Дополнительно сравнение средних должно

Блок-схема алгоритма обработки результатов промысловых испытаний

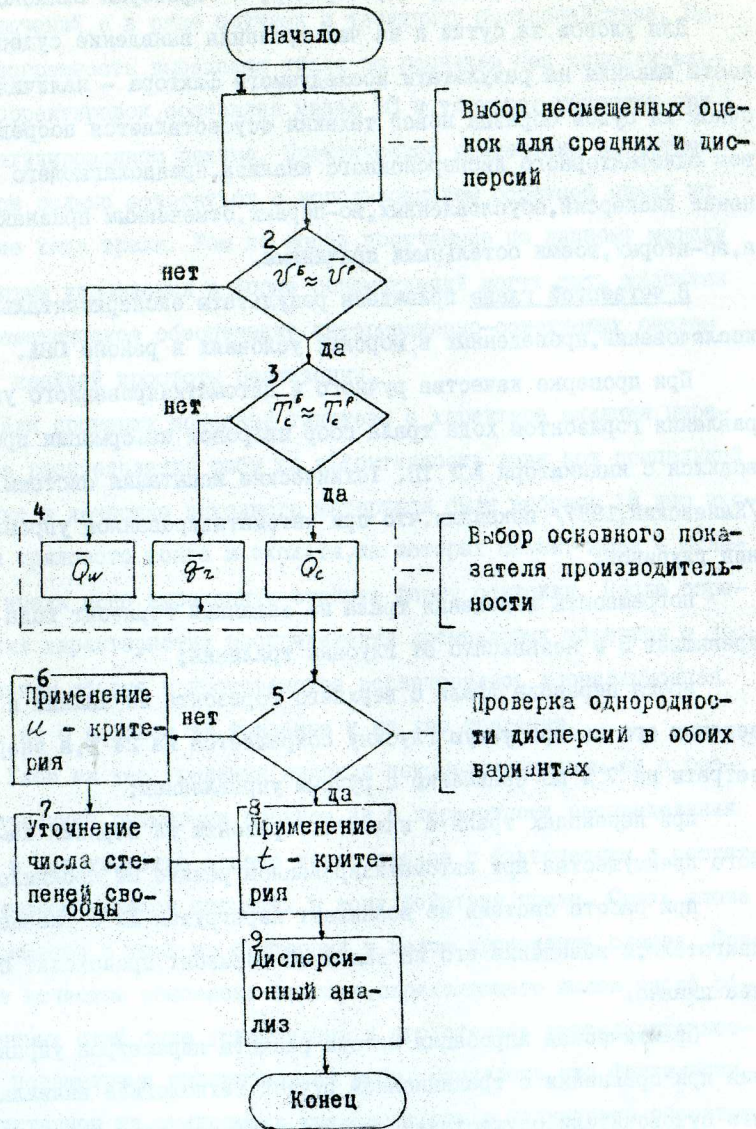


Рис. I

подкрепляться применением какого-либо другого критерия, не связанного с нормальной теорией, например, «-критерия Вилкоксона.

Для уловов за сутки и на час траления выявление существенности влияния на результаты исследуемого фактора - наличия на одном из судов образца новой техники осуществляется посредством однофакторного дисперсионного анализа, предполагающего сравнение дисперсий, обусловленных, во-первых, отмеченным признаком, а, во-вторых, всеми остальными причинами.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований, проведенных в морских условиях в районе ЮВА.

При проверке качества ручного и автоматизированного управления горизонтом хода трала сбор цифровой информации производился с индикатора АСУ ТП. Технические испытания системы /Каневский, 1987/ показали, что при автоматизированном управлении глубиной:

погрешность выведения трала на заданный горизонт хода не превышает 5 м независимо от глубины траления;

время перевода трала с верхнего горизонта на нижний и выведения его на требуемую глубину сокращается на 24 %, а энергозатраты на 7 % по сравнению с ручным управлением;

при переводах трала с нижнего горизонта на верхний заметного преимущества при автоматизированном режиме не проявилось;

при работе системы не возникает перегрузок ВЛ и главного двигателя, и выведение его на заданный горизонт происходит более плавно.

Практическая апробация метода расчета параметров управления при сравнении с традиционной ручной технологией выявила, что судоводители, осуществляя маневры глубиной хода трала, делают большие запасы по мощности главного двигателя, нагрузке на

ВЛ и скорости трала. Предварительное планирование программы управляющих воздействий позволит уменьшить энергозатраты и число переключений, а в ряде случаев и увеличить быстродействие. Однако погрешность выведения трала по расчетам без дополнительных корректировок, составляя менее 10 м, уступает качеству при автоматизированном режиме. Практическое применение расчетных методов должно сочетаться с использованием обратной связи по глубине хода трала. Тем не менее, получаемые по данному методу алгоритмы управления в форме рекомендаций могут быть заложены в математическое обеспечение информационно-советующих систем ввиду крайней простоты реализации.

Для проверки исходной гипотезы о характере влияния параметров распределения рыбы на эффективность лова при прицельной тактике в качестве исходного материала были выбраны 18 пар эхограмм тралового зонда и эхолота, на которых объект лова - ставрида имела ярко выраженную стайную форму обитания. После определения характеристик распределения промысловых объектов в траленном объеме и пространстве исследовалась корреляционная связь их с выловом за траление и на час траления.

Улов на час траления являлся некоррелированным ни с геометрическими размерами косяков, ни с параметрами распределения рыбы в пространстве, однако тесно связан с фактическим и расчетным числом косяков, попавших в зону действия трала. Связь улова за траление с теми же факторами в целом проявилась слабее. Приняв в качестве основного фактора, определяющего вылов, число обловленных стай, была установлена и его степень коррелированности с параметрами распределения рыбы. Оказалось, что фактически подсчитанное на эхограммах тралового зонда количество объектов практически пропорционально зависит от плотности поля стай в

протраленном объеме, а расчетное количество захваченных косяков ω_2^p , оцененное по методике АтлантНИРО, коррелировано с плотностью поля стай в пространстве. Таким образом при прицельной тактике плотность поля косяков в протраленном объеме λ_v^* возросла по сравнению с той же величиной в пространстве λ_v , и эта связь проявляется статистически с вероятностью 0,8. Фактическая регрессия имеет вид

$$\lambda_v^* = 1,71 \cdot 10^{-7} + 1,22 \cdot \lambda_v$$

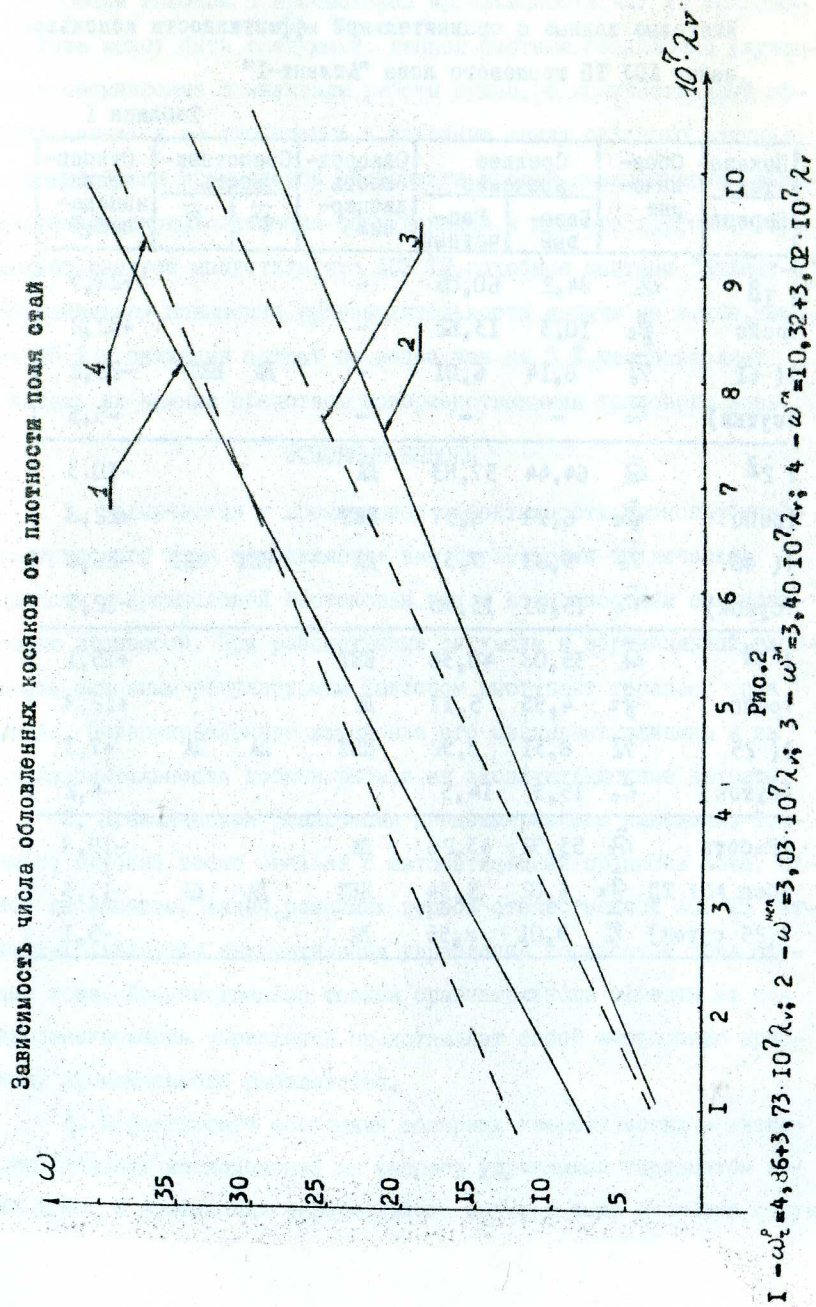
Иными словами, имело место действительное увеличение числа объектов, захваченных тралом за счет управления глубиной движения ОЛ.

Для проверки связи количественного эффекта прицельности с параметрами технических средств были проанализированы формулы для реальных условий применения ГАС "Таймень". На Рис.2 приведены четыре прямые, отражающие связь количества обловленных объектов с плотностью поля стай в пространстве. Самая нижняя № 2 соответствует расчету для неприцельной тактики лова. Прямые, указанные пунктиром, соответствуют формулам, полученным для случаев использования эхолота № 3 и гидролокатора № 4. Характер их положения относительно реальной зависимости № 1 подтверждает высокую степень адекватности полученных выражений.

Анализ промышленной эффективности использования АСУ ТП тралового лова был произведен по данным о совместном промысле судна, оснащенного системой "Атлант-1", с судами промышленности в течении трех рейсов в 1986-88 годах. Итоговые значения сравниваемых показателей приведены в Табл.1., где обозначено:

\bar{C}_c - среднесуточный расход топлива.

Усложнение методики обработки данных явилось целесообразным из-за сильного варьирования условий проведения испытаний.



Итоговые данные о сравнительной эффективности использования АСУ ТП тралового лова "Атлант-1"

Таблица I

Показатель Период	Обозначение	Среднее значение		Однородность дисперсий	Сопоставимость		Относительное изменение, %
		Базовый	Расчетный		$\bar{\sigma}$	$\bar{\eta}$	
1 I# рейс (6I сутки)	\bar{Q}_c	84,2	60,05	-			-23,7
	\bar{q}_c	10,3	13,62	-			+32,2
	$\bar{\eta}_c$	8,14	6,01	-	ДА	НЕТ	-26,2
	\bar{c}_c	-	-	-			-5,5
1 2# рейс (46 суток)	\bar{Q}_c	64,44	57,83	ДА			-10,3
	\bar{q}_c	6,98	8,57	НЕТ			+22,8
	$\bar{\eta}_c$	9,83	7,31	ДА	НЕТ	НЕТ	-26,0
	\bar{c}_c	15,93	13,90				-12,7
1 3# рейс (25 суток)	\bar{Q}_c	35,08	40,36	НЕТ			+15,1
	\bar{q}_c	4,53	5,11	ДА			+12,8
	$\bar{\eta}_c$	8,31	3,92	НЕТ	ДА	ДА	+7,3
	\bar{c}_c	15,3	14,5				-5,2
1 Работа без АСУ ТП (25 суток)	\bar{Q}_c	53,92	43,26	ДА			-19,3
	\bar{q}_c	6,02	5,34	НЕТ	ДА	ДА	-11,3
	$\bar{\eta}_c$	9,01	8,55	ДА			-5,1

Общим выводом о промышленной эффективности АСУ ТП тралового лова может быть следующий: данная система безусловно улучшает экономические показатели работы судна, но количественный эффект является не глобальным, а условным ввиду сильного влияния характеристик промышленной обстановки, уровня квалификации экипажа, технического состояния оборудования и многого другого. Формально следует допустить, что АСУ ТП, подобные системе "Атлант-1", обеспечивают повышение производительности добычи не менее, чем на 15 % и снижение затрат не менее, чем на 5 %, что позволяет считать их важным средством совершенствования тралового лова.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Техническая и промышленная эффективность разноглубинного тралового лова определяется как параметрами технических средств и промышленной обстановки, так и возможностями по управлению процессом. При рассмотрении ситуации в вертикальной плоскости основным регулируемым фактором выступает горизонт хода трала. Целенаправленное изменение его оказывает влияние и на производительность добычи рыбы, и на эксплуатационные затраты.

2. Практическая реализация преднамеренного наведения трала по глубине тесно связана с автоматизацией процесса лова. Одной из ключевых задач, решаемых первой отечественной АСУ ТП "Атлант-1", является автоматизация управления горизонтом хода орудия лова. Количественная оценка сравнительного эффекта от совершенствования управления представляет собой актуальную проблему промышленного рыболовства.

3. В результате обобщения обширных теоретических и экспериментальных исследований по вопросу управления горизонтом хода трала и применения неформального подхода была уточнена струк-

тура, система ограничений и критериев управления и разработан метод синтеза программ управляющих воздействий, позволяющий обосновывать и анализировать различные алгоритмы, в частности для создаваемых АСУ тралового лова.

4. Экспериментальная оценка качества управления тралом при ручной и автоматизированной технологии показала, что упрощенные методы расчета параметров алгоритмов достаточно удобны для практического применения, позволяют уменьшить затраты ресурсов на реализацию маневров глубиной хода трала, точность же наведения по расчетам, равно как и при ручном управлении, ниже, чем в автоматизированном режиме, когда обеспечивается погрешность не более 5 м, а кроме того на несколько процентов снижаются энергозатраты и продолжительность выведения орудия лова на новую глубину буксировки.

5. Для сравнительной оценки эффективности использования АСУ ТП тралового лова была усовершенствована методика обработки результатов промысловых испытаний путем включения ряда дополнительных процедур: выбора несмещенных оценок средних, обоснования основного показателя производительности добычи, дисперсионного анализа и др. Практическая апробация методики подтвердила справедливость ее усложнения для получения более обоснованных выводов о фактическом различии в значениях показателей промысловой эффективности отдельного судна, использовавшего новую технику лова, и группы однотипных траулеров.

6. На основе применения вероятностной модели для анализа прицельного тралового промысла было уточнено выражение для математического ожидания улова в функции от параметров технических средств и промысловой обстановки. В качестве основного фактора, на который может влиять прицельность и который контроли-

руется по эхограммам, было выбрано число косяков, попавших в зону действия трала. По результатам экспериментов подтвердилась возможность повышения добывающих возможностей за счет наведения орудия лова по глубине, выявилась высокая степень совпадения расчетных формул с реальными данными, были получены фактические зависимости влияния параметров распределения рыбных объектов на уловы при прицельной тактике промысла в районе ЮВА.

7. Проведенный анализ показателей работы судна, использовавшего АСУ ТП, по сравнению с судами промышленности позволил установить пределы изменения возможного эффекта применения систем, подобных "Атлант-1", и его минимальное значение. Расчетный годовой экономический эффект от внедрения такого типа АСУ ТП на судах проекта 1288 составляет порядка 400 тысяч рублей, что указывает на их высокую рентабельность.

Основные результаты диссертации опубликованы автором в следующих работах:

1. Котов Е.И. Математическая модель эффективности разноглубинного тралового лова. // Исследования по оптимизации рыболовства и совершенствованию орудий лова. - М.: изд. ВНИРО, 1985. - С. 47-55.

2. Каневский В.А., Котов Е.И. Совершенствование управления технологическими процессами лова - важный резерв интенсификации рыболовного промысла / НПО промысловства. - Калининград, 1986. - 8 с. - /Деп. в ЦНИИТЭИРХ 12.12.1986 № 777 Рх-Д86/.

3. Ольшанский С.В., Тимофеева В.В., Котов Е.И. Экспертная система управления процессом добычи рыбы. // Экспертные системы: Материалы семинара. - М., 1986. - С. 37-41.

4. Котов Е.И. Об экономической целесообразности управле-

ния движением трала в вертикальной плоскости.//Всесоюз.науч.-техн.семинар по гидромеханике и проектир.орудий лова: Сб.тез.докладов.-Калининград,1987.-С.32-35.

5. Котов Е.И. Практический метод синтеза алгоритмов управления движением разноглубинного трала.//Всесоюз.науч.-техн.семинар по гидромеханике и проектир.орудий лова: Сб.тез.докладов.-Калининград,1987.-С.30-32.

6. Котов Е.И. Эвристический метод синтеза алгоритмов управления движением разноглубинного трала /ИПО промысловства.-Калининград,1987.-20 с.-/деп.в ЦНИИТЭИРХ 15.12.1987 № 902 РХ-Д88/.

7. Котов Е.И. Пути достижения оптимальности управления движением трала.//Промышленное рыболовство: Сб.научных трудов /КТИРПИХ.-Калининград,1988.-С.134-138.

8. Каневский В.А.,Котов Е.И. О возможностях интенсификации тралового лова за счет автоматизации управления.//Промышленное рыболовство: Сб.научных трудов/КТИРПИХ.-Калининград, 1988.-С.138-141.

9. Котов Е.И. О некоторых особенностях статистики уловов. //Всесоюз.отрасл.науч.-техн.конфер.: Сб.тез.докладов.-Калининград,1989.-С.42-44.

10. Котов Е.И. О развитии методики оценки промысловой эффективности новой техники рыболовства.//Всесоюз.отрасл.науч.-техн.конфер.: Сб.тез.докладов.-Калининград,1989.-С.45-47.

Л-11979

Объем - I,5 п.л.

Подписано к печати 4/У-90г

Формат 60x84 1/16

Ротапринт ВНИРО

107140, Москва, В Красносельская, 17-а

Заказ 122

Тираж 100