

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ВНИРО)

УДК 639.2.081.117

На правах рукописи

АКИФЬЕВ Владимир Семенович

АНАЛИЗ И БИОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАЗНОГЛУБИННОГО ТРАЛОВОГО ЛОВА  
СТАВРИДЫ КВА

Специальность 05.18.17

"Промышленное рыболовство"

Автореферат  
диссертации на соискание ученой  
степени кандидата технических наук

Москва, 1990

К

Работа выполнена в Астраханском техническом институте  
рыбной промышленности и хозяйства.

Научный руководитель - доктор технических наук,  
профессор В.Н.Мельников

Официальные оппоненты - доктор технических наук  
С.Е.Шевцов  
кандидат технических наук  
В.К.Коротков

Ведущее предприятие - Севастопольское производственное  
объединение рыбной промышленности  
"Атлантика"

Защита диссертации состоится "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1990г.

на заседании с \_\_\_\_\_ совета ПИ 7.01.01

Всесоюзного на \_\_\_\_\_ о

рыбного хозяй \_\_\_\_\_

107140, Моска \_\_\_\_\_

С диссе \_\_\_\_\_ РО.

Автореф \_\_\_\_\_

Ученый секре \_\_\_\_\_  
специализирс \_\_\_\_\_  
кандидат те \_\_\_\_\_

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность темы. Несмотря на существенные успехи в разработке теории и проектировании разноглубинных тралов, создании эффективных конструкций тралов, техника и технология разноглубинного тралового лова отстает от современных требований. Такое положение в значительной степени обусловлено недостаточным учетом при разработке конструкций разноглубинных тралов поведения, распределения, рецепции и ориентации конкретных объектов лова. Совершенствование тралового лова сдерживает также отсутствие достаточно четкого представления об особенностях использования таких данных на отдельных этапах проектирования тралов.

Цель диссертации - разработка методики обоснования основных параметров разноглубинного тралового лова на различных этапах проектирования и ее применение для оптимизации разноглубинного тралового лова ставриды КВА.

Основные задачи исследований:

- анализ путей совершенствования разноглубинного тралового лова;
- исследование поведения и распределения ставриды КВА в естественных условиях и в зоне действия разноглубинных тралов;
- исследование особенностей и эффективности разноглубинного тралового лова ставриды КВА;
- разработка методики определения основных параметров тралового лова (горизонтального и вертикального раскрытия, скорости траления) на основных этапах проектирования;
- обоснование основных параметров тралового лова ставриды КВА для различных условий и унификация тралов для различных типов судов;

экспериментальная проверка эффективности работы спроектированных тралов и внедрение их на промысле.

Общая методика исследований. Основной материал диссертации получен в результате сбора и обработки эхограмм тралений, проведения подводных наблюдений, гидрооптических наблюдений, сравнительных технических и промысловых испытаний рабочих и экспериментальных конструкций тралов, сбора и обработки статистического материала о фактических уловах разноглубинными тралами различных конструкций.

С использованием этих материалов и известных способов обоснования основных параметров разноглубинного тралового лова разработана методика определения этих параметров на различных этапах проектирования. На основе разработанной методики дано обоснование горизонтального и вертикального раскрытия разноглубинных тралов и скорости траления для лова ставриды КВА и проведена экспериментальная проверка эффективности их работы.

Научная новизна работы состоит в следующем:

получены новые данные о поведении и распределении ставриды КВА в естественных условиях и в зоне действия разноглубинных тралов;

разработаны теоретические основы методики обоснования основных параметров разноглубинного тралового лова на основных этапах проектирования;

экспериментально подтверждена работоспособность оптимизационной модели производительности разноглубинного тралового лова;

получены новые закономерности, определяющие зависимость производительности тралового лова ставриды КВА от поведения и распределения объекта лова, условий внешней среды и основных параметров способа лова;

получены новые закономерности, характеризующие зависимость оптимальных значений горизонтального и вертикального раскрытия трала, скорости траления от других характеристик траловой системы, особенностей объекта лова и условий внешней среды.

Практическая ценность работы заключается в следующем:

предложена и проверена на практике методика обоснования основных параметров разноглубинного лова на основных этапах проектирования;

разработаны, испытаны и внедрены на промысле разноглубинные тралы для лова ставриды КВА;

намечены перспективы совершенствования разноглубинных тралов и режима их работы.

Реализация работы. Под руководством автора разработаны и испытаны в промысловых условиях ряд конструкций разноглубинных тралов, которые внедрены на промысловых судах БПО "Югрыба". Внедрение новых конструкций позволило повысить производительность лова на 10-15% и более.

В процессе разработки тралов получен ряд авторских свидетельств на изобретения. Фактический экономический эффект от внедрения тралов составил около 10 млн.руб., в том числе по авторским свидетельствам более 3,1 млн.руб.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на НТС ЦПКТБ "Азчеррыба", НТС НПО "Югрыбтехцентр", НТС и НПС ВРПО "Азчеррыба" в 1980-1989 гг., на Всесоюзном семинаре "Исследование и освоение техники и организации промысла в открытой части Мирового океана на глубинах свыше 1000м" (Москва, 1975), на XII юбилейной научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава Севастопольского приборостроительного института (Севастополь, 1975), на межбассейновом школе-семинаре "Обмен передовым опытом работы на промысле

специалистов Северного, Западного и Азово-Черноморского бассейнов" (Мурманск, 1977), на Всесоюзном совещании "Дальнейшее развитие промысла в открытых районах Мирового океана" (Севастополь, 1984), на Всесоюзном семинаре "Совершенствование подъемно-тралового оборудования рыболовных судов" (Севастополь, 1984 и 1987), в школе передового опыта ВДНХ СССР "Обмен опытом работы передовиков производства, флота и береговых предприятий ВРПО "Азчеррыба" (Киев, 1986), на Всесоюзном научно-техническом семинаре по гидродинамике и проектированию орудий лова (Калининград, 1987), на межлабораторном коллоквиуме во ВНИРО (Москва, 1990).

Результаты работы отмечены бронзовой медалью ВДНХ СССР (1975), дипломом II степени ВДНХ СССР (1986), знаком ЦС ВНИРО "Отличник изобретательства и рационализации 1986 года" (1986) и Золотой медалью ВДНХ СССР (1989).

Публикации. По теме диссертации автором опубликовано 19 печатных работ, в т.ч. 12 изобретений.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и выводов. Она изложена на 289 страницах, содержит 16 рисунков и 30 таблиц, библиография 124 наименования, приложений 53.

#### СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность проблемы, поставлены цели и определены основные задачи исследований, приведены общая методика исследований, их новизна, теоретическая и практическая ценность, реализация результатов исследований, объем и содержание работы.

Первая глава посвящена анализу путей совершенствования разноглубинного тралового лова, методов обоснования скоростей траления и основных параметров разноглубинных тралов, теории

лова которыми и проектировании посвящены работы Ф.И. Баранова, А.И. Трешева, С.Б. Гольбадамова, А.Л. Фридмана, В.Н. Лукашова, Н.Н. Андреева, В.Н. Мельникова, В.К. Короткова, М.М. Розенштейна, В.И. Габрилка, В.К. Саврасова, А.И. Шевченко и многих других. Сделан анализ известных данных о поведении и распределении пелагических рыб и выводы о необходимости разработки методики оценки основных параметров разноглубинного тралового лова на различных этапах проектирования и целесообразности обоснования горизонтального и вертикального раскрытия тралов, скорости траления на промысле ставриды КВА.

Во второй главе приведена методика экспериментальных работ, которые включали сбор и обработку эхограмм тралений, гидрооптические наблюдения, технические и сравнительные испытания рабочих и опытных конструкций разноглубинных тралов, подводные наблюдения за траловыми системами и поведением объекта лова в зоне их действия, сбор и обработку данных о производительности лова.

В третьей главе рассмотрены особенности поведения и распределения ставриды в районе КВА, некоторые особенности работы разноглубинных траловых систем.

Прежде всего проанализирована структура промысловых концентраций ставриды КВА и установлено, что преобладают скопления рассредоточенные и локальные разреженные, стайные и в косяках. Показано, что расстояние между промысловыми скоплениями и днем и ночью не превышает в основном 300 м. Следовательно, с учетом обычной скорости траления, в районе КВА, как правило, невозможно наводить трал по вертикали на отдельные скопления и их следует облавливать как слой рыбы.

Высота скоплений ставриды КВА колеблется от 2 м до 120 м (в среднем 24,1 м), а горизонтальная протяженность от 2 до 1000 и более метров (в среднем 709 м). В 80% случаев скопления ставриды имеют высоту менее 34 м и горизонтальную протяженность

менее 210 м.

В течение суток минимальная высота скоплений наблюдается в периоды 01-03 часа, 08-12 часов и 17-19 часов, максимальная в 04-07 часов, в 13-15 часов и 20-24 часа.

Минимальные горизонтальные размеры скоплений (до 100 м) наблюдаются в периоды 22-03 часа, 08-10 часов, максимальные (1000 и более метров) в 04-09 часов, 15-17 часов и 20-22 часа. Из полученных данных следует, что в различное время суток необходимо применять тралы с различными параметрами устья.

В течение года минимальная высота скоплений наблюдается с октября по май включительно (средние размеры 11,2-25,3 м), максимальная - с июня по сентябрь (средние размеры 38,2-48,3 м). Для последнего периода характерны рассредоточенные, не образующие плотных стай, скопления ставриды. Таким образом, для успешного облова ставриды с июня по сентябрь необходимы тралы с большим вертикальным раскрытием, чем в остальное время года.

Средняя наибольшая глубина распределения ставриды (138-160 м) наблюдается с 10 до 19 часов, наименьшая (90-71 м) с 19 до 03 часов. Скорость вертикальных миграций, в зависимости от времени года, состояния неба, времени суток изменяется от 0,005 м/с до 0,025 м/с.

В КВА облавливаются ставрида длиной 10-47 см. Диапазон размеров колеблется от 10-39 см в августе, до 18-47 см в феврале. При этом в подрайоне 1.3 в 80% случаев облавливаются ставрида длиной менее 27,8 см, в подрайоне 1.4 менее 33,4 см.

Ставрида совершает сезонные и суточные горизонтальные миграции. С рассветом рыба движется от берега на глубину, а вечером, наоборот, к берегу. Обычно дневная миграция рыбы прекращается на время с 9-10 до 16-17 часов. На подвижность ставриды, состояние ее в скоплении, горизонтальные миграции оказывают влияние ветер и температура поверхностных вод.

Размеры зоны действия судна как раздражителя достигают 200-300 м. Реакция ставриды на акустические шумы судна проявляется, как правило, во временном погружении на 20-30 м и более со скоростью 0,5-0,7 м/с. Чем меньше расстояние от киля до косяка, тем сильнее реакция. Заныривание промысловых скоплений ставриды в зависимости от времени суток изменяется от 0 до 70 м и в среднем составляет 20,6 м.

Оптимальные параметры входного устья трала по многом определяются ошибкой наведения трала по вертикали. Ошибка наведения трала при облове ставриды КВА колеблется в зависимости от времени суток от 0 до 15 м и составляет в среднем 4,5 м. В 80% случаев ошибка наведения ночью не превышает 6,8 м, днем 8,2 м, в среднем за сутки 7,5 м.

В зоне траловой системы можно выделить пять этапов поведения ставриды. На первом этапе (в зоне действия ваеров) некоторое влияние на объект лова оказывает достаточно интенсивные гидродинамические следы за ваерами. Световое поле контрастов, которое образуется ваерами, увеличивает вероятность облова. В последующем, при движении трала, на рыбу начинают оказывать влияние акустические и световые поля контрастов траловых досок и продолжают действовать физические поля, образованные ваерами. Предполагается, что это вызывает ориентировочную реакцию, которая переходит в оборонительную. Наиболее активно такая реакция проявляется после визуального обнаружения рыбой траловых досок. Далее объект лова попадает в зону действия кабелей. Здесь на него продолжают действовать гидродинамические поля траловых досок. Некоторую роль здесь играют акустические поля вихревых шлейфов и кабелей. По В.Н. Мартышевскому (1965, 1974), на объект лова также действуют поля избыточного давления от движения траловых досок и кабелей, что способствует скосячиванию рыбы и

направлению ее в устье трала.

На следующем этапе лова рыба попадает в устьевую часть трала, которая, по определению Е.Н. Сабуренкова (1977), совместно с кабелями и траловыми досками является "зоной спугивания", где помимо полей контрастов на объект действуют гидродинамические поля оболочки трала. Ставрида в этой зоне предпочитает держаться ближе к осевой линии трала. Для этой зоны характерен выход из предустьевой или устьевой части трала при недостаточной скорости траления. Можно предполагать у рыбы "бросковую" реакцию на канатное полотно передней части трала. Затем рыба попадает в следующую зону, ограниченную сетными пластинами мотни трала, "зону уплотнения" (Сабуренков, 1977). На этом этапе на поведение рыбы влияют гидродинамические, акустические и световые поля контрастов элементов трала. Здесь ставрида ориентирована по ходу трала и имеет скорость меньшую или большую скорости траления. В частях трала с ячейей 400-1200 мм ставрида отстоит от сетной оболочки на 1-1,5 м, в мелкоячейных частях (60-100 мм) на 0,1-0,5 м. Иногда она делает кратковременные рывки вперед, затем опять отстает и скатывается в зону тралового мешка. По мере продвижения к траловому мешку плотность стаи увеличивается. На ставриду в этой зоне большое влияние оказывают поля избыточных давлений за счет ухудшения фильтрации воды мелкоячейным сетным полотном. Вследствие этого часть рыбы стремится уйти вперед к выходу из трала, а другая часть хаотично перемещается внутри трала, вплотную приближается к сетной оболочке и частично уходит через нее. Через ячейю оболочки мелкоячейной мотни (размер ячей 100-60 мм) выходит бросками до 20% обловленной ставриды (скорость броска не менее 5 м/с). С ростом скорости траления увеличивается выход рыбы через ячейю концевых мелкоячейных сетных полотен трала. По В.К. Короткову (1977), через ячейю устья трала выходит в 3-4 раза меньше рыбы, чем через ячейю конечных пластей

трала. Всего по его данным через ячейю оболочки уходит 10% обловленной рыбы.

Следовательно, для успешного облова ставриды необходимы тралы, обладающие пониженным сопротивлением мелкоячейной сетной оболочки и большим раскрытием в зоне перед траловым мешком.

На четвертом этапе рыба попадает в устье тралового мешка, где действуют те же раздражители, что и в предыдущей зоне, однако диаметр сечения трала здесь сокращается до 1,5-3 м. Поэтому влияние световых полей контрастов и гидродинамических полей сетного полотна значительно сильнее. Объект ориентирован по ходу трала, выход его отмечается через соединительную ячейю мешка с мотней трала. Ставрида равномерно распределяется по всему объему устья мешка. Расстояние между особями сокращается до 0,5-1,0 длины рыбы, отстояние до сетной оболочки до 0,05 м. Большинство особей скатывается в куток. Значительная часть ставриды длиной 18-24 см (до 20-30%) подходит вплотную к дели, выравнивает скорость со скоростью траления и бросками выходит через ячейю.

На пятом этапе в цилиндрической части мешка под влиянием мощного турбулентного потока рыба прижимается к дели по всему объему кутка. Первоначально особи частично обьячеиваются в дели, застревая в ячейе (ставрида длиной 30-35 см, дели с шагом ячейи 37 мм, раскрытие ячейи 70°). Около 15-20% уходит через ячейю. Постепенно рыба в кутке уплотняется, зона облегания дели рыбой распространяется от кутка в сторону устья. Внутри этой оболочки перед зоной уплотнения улова образуется пульпа из воды и рыбы.

В четвертой главе рассмотрены общие принципы обоснования основных параметров разноглубинного тралового лова на всех стадиях проектирования.

На предпроектной стадии (стадии НИР) проводятся экспери-

ментальные исследования, включающие сбор и обработку эхограмм судовых гидроакустических приборов и телеметрической аппаратуры контроля работы орудий лова, подводные наблюдения за траловыми системами и поведением объекта лова в зоне их действия, гидрооптические наблюдения; при необходимости технические и сравнительные испытания различных рабочих конструкций тралов.

Для получения достоверных и полных данных об объекте лова сбор эхограмм организуют равномерно в течение всего года и времени суток. Обработка эхограмм позволит получить сведения о глубине места лова, характере промысловых скоплений, распределении их по глубине, вертикальных и горизонтальных размерах скоплений, глубине хода трала, расстоянии трала от поверхности воды и грунта, вертикальном раскрытии трала, стабильности работы траловой системы, глубине занывивания скоплений, ошибке наведения трала по вертикали, особенностях захода рыбы в трал и других особенностях ее поведения и распределения под траулером и в зоне трала.

Для получения исчерпывающих сведений об объекте лова целесообразны эхометрические наблюдения за скоплениями в дрейфе и на малом ходу судна.

Подводные визуальные и эхометрические наблюдения за траловыми системами на этапе НИР включают определение технических характеристик тралов, условий внешней среды и наблюдения за объектом лова в зоне траловой системы.

Данные о производительности лова получают путем сбора и обработки ежесуточных донесений промысловых судов по системе "Риф". Анализируют производительность лова всеми применяемыми тралами в различное время суток и в различные периоды года. Показатели работы тралов увязывают с их конструктивными особенностями, параметрами раскрытия устья и скоростью траления, особенностями оснастки.

Если статистических материалов по производительности лова мало или результаты анализа сомнительны, производят сравнительные промысловые испытания на уловистость наиболее распространенных тралов. После обработки полученные материалы служат исходными данными для разработки технического задания (ТЗ) опытно-конструкторских работ (ОКР).

На первой стадии проектирования разрабатывают техническое задание (ТЗ). Наиболее важным является раздел "Технические требования". Для предварительной оценки тех или иных технических характеристик проектируемого трала используют данные о трале-аналоге, который служит для выбора более обоснованных требований к технико-экономическим показателям проектируемого орудия лова, к планированию уровня его качества. Определяют наиболее важные характеристики проектируемого орудия лова - скорость траления, горизонтальное и вертикальное раскрытие устья трала и производные от них показатели назначения.

На этой стадии проектирования используют приближенные способы обоснования горизонтального и вертикального раскрытия, скорости траления, не увязывая их между собой.

На стадии технического предложения (ПТ) дают техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки проектной документации на основе изучения условий внешней среды в районе промысла и объекта лова. Проводят анализ ТЗ и различных вариантов параметров и конструкций трала, оценивают их с учетом особенностей проектируемого и существующих тралов. Конечной целью ПТ является уточнение требований к орудию лова, которые даны в ТЗ, и выявление новых требований к нему.

В ПТ приводится подробная метеорологическая, гидрологическая и океанологическая характеристика района промысла, включающая сведения о прозрачности воды, световом режиме в водоеме, течениях, волнении, глубинах, рельефе и характере грунта. Наиболее

важными являются сведения о биометрических показателях объекта лова, плавательной способности, горизонтальных и вертикальных миграциях, размерах и плотности скоплений рыб, особенностях их рецепции, ориентации, поведения и распределения в пространстве и времени отдельно по подрайонам промысла для светлого и ночного времени суток в течение года с разбивкой по месяцам. На основании этих материалов определяют основные параметры тралового лова, которые в ТЗ установлены ориентировочно. На этом этапе скорость траления определяют обычно с учетом плавательной способности объекта лова, зависящей от вида и размера рыбы, длительности плавания при выходе из трала. Вертикальное и горизонтальное раскрытие трала на стадии ПТ проверяются и уточняются расчетным способом из условия наиболее эффективного облова скопления, используя понятие приведенной зоны облова. Способ позволяет с достаточной точностью определять оптимальную площадь трала и соотношение между горизонтальным и вертикальным раскрытием с учетом размеров скоплений, особенностей реакции рыбы на трал, точности наведения трала на скопления. Соотношения между горизонтальным и вертикальным размерами приведенной зоны облова устья трала, их относительное положение зависят от эффективности действия вихревых шлейфов, распорных и подъемных средств, дальности и особенностей проявления реакции на элементы оснастки трала, взаимного расположения и относительных размеров устья трала и облавливаемого косяка.

В работе приведены сведения об углах атаки кабелей в зависимости от схем оснастки и их влияния на горизонтальное раскрытие трала. В общем случае, при облове ставриды КВА в условиях зрительной ориентации рыбы горизонтальный размер приведенной зоны облова растет с увеличением длины кабелей и угла их атаки вследствие расширения активной зоны облова перед устьем трала. Приведены случаи предпочтительного использования коротких кабе-

лей с повышенными углами их атаки. Описано влияние положения траловых досок относительно трала на величину приведенной зоны облова, а также влияние на нее ошибки наведения трала по вертикали и горизонтали.

С учетом оценки эффективности тралового лова средним значением относительной облавливаемой площади скоплений в работе рассмотрены основные случаи обоснования размеров устья трала для лова ставриды КВА в виде слоя больших горизонтальных размеров и в виде небольших по размеру косяков, площадь проекции которых на направление, перпендикулярное направлению движения трала, соизмерима с площадью устья трала. Здесь же рассмотрены три возможных случая расчетов с учетом ограничений на параметры устья трала: для заданной максимальной допустимой площади устья трала определить оптимальное соотношение между горизонтальным  $l_{тх}$  и вертикальным  $l_{тy}$  раскрытием трала; определить размеры устья трала, обеспечивающие максимальное значение относительной облавливаемой площади косяка при заданном отношении  $l_{тх}$  и  $l_{тy}$ ; определить оптимальные размеры устья трала и оптимальное отношение  $l_{тх}/l_{тy}$ . На этапе ПТ может быть разработана техническая документация на макет трала. Исходными данными для разработки являются ориентировочные данные об основных параметрах лова — вертикальном и горизонтальном раскрытии трала, скорости траления, длине передней части трала и фиктивном периметре устья. При необходимости проводят технические и промысловые испытания макета трала.

Разработку технического проекта (ТП) начинают с уточнения основных параметров лова, полученных на стадии ПТ. После этого приступают к разработке конструкции трала и его составных частей на основе данных ТЗ и результатов ПТ. На стадии ТП обоснование основных параметров разноглубинного тралового лова производится с использованием биотехнического подхода, основанного на применении математической модели производительности разноглубинного



тралового лова пелагических рыб.

Выражение учитывает влияние на производительность лова параметров устья трала, скорости траления, ошибки наведения трала, мощности главного двигателя судна, степени затененности оболочки трала, степени подвижности рыбы, селективных свойств ячеи тралового мешка, размерного состава облавливаемых скоплений.

Расчеты с использованием математической модели проводят для всех основных вариантов лова на ЭВМ для ряда значений вертикального и горизонтального раскрытия трала, которые выбирают с учетом предварительных и поверочных расчетов на предыдущих стадиях проектирования, испытаний макета, а также эксплуатации тралов-аналогов.

В результате машинных расчетов для анализа полученных данных строятся графики зависимости относительной производительности от горизонтального и вертикального раскрытий. Кривые и мект максимумы, на основании которых можно рекомендовать оптимальные параметры раскрытия трала. Если для каждого типа судна получают более 2-3 типоразмеров тралов, то проводят унификацию, в процессе которой выбирают 2-3 наиболее приемлемых варианта с производительностью не менее 95% от максимальной.

В пояснительной записке целесообразно провести сравнительный анализ опытной конструкции и существующих рабочих конструкций тралов для данного типа судна или базовой конструкции.

На стадии выполнения рабочей конструкторской документации (РКД) обоснование основных параметров разноглубинного тралового лова производится с помощью математической модели на основании исходных материалов НИР, дополненных и уточненных в процессе ОКР с учетом результатов предыдущих этапов проектирования. По полученным результатам производят расчет оболочки трала, его

остропки и оснастки, выполняют графическую часть и текстовые документы, изготавливают опытный образец трала, который направляется на сравнительные испытания с последующей приемкой образца, в процессе которых проверяется гипотеза о преимуществах опытного трала по сравнению с рабочими конструкциями или базовым тралом, выявляются недостатки опытного образца с целью корректировки РКД.

С целью проверки оптимальности выбранных параметров в процессе сравнительных промысловых испытаний накапливают статистику об эффективности работы промыслового флота различными конструкциями разноглубинных тралов. Материалы обобщают в виде статических характеристик тралового лова (Мельников, 1979), которые служат для оценки точности обоснования основных параметров лова с применением теоретических и полумпирических методов.

В пятой главе приведены результаты обоснования основных параметров разноглубинного тралового лова ставриды КВА с применением полумпирической модели разноглубинного тралового лова и экспериментальной проверки полученных результатов.

Первоначально параметры устья трала и скорость траления рассчитывали для различных вариантов лова, учитывающих время суток, сезон лова, подрайон промысла, тип судна, отношение площади нитей к фиктивной площади.

Для каждого из 37 вариантов на ЭВМ определили горизонтальное и вертикальное раскрытие, скорость траления, которым соответствует максимальная для данных условий промысла производительность лова. Для этого по результатам расчетов строили графики зависимости производительности лова  $Q$  от вертикального раскрытия  $l_v$  при постоянных значениях горизонтального раскрытия  $l_{гх}$ . По графикам можно проследить за изменением производительности лова при колебаниях основных параметров лова, а также оценить значение параметров устья трала, скорости траления, площади обло-

ва скопления, соответствующих максимуму производительности для каждого расчетного случая. Результаты расчетов сведены в таблицу. В качестве примера проанализированы результаты расчетов для судов при работе в подрайоне I.3 с учетом суточных колебаний высоты облавливаемых скоплений  $L_y$  дальности реакции рыбы на элементы траловой системы  $L_p$ , ошибки наведения трала по вертикали  $E_y$ , размерного состава облавливаемых скоплений  $C_p$  (табл. I).

Из таблицы I видно, что с увеличением вертикальных размеров скоплений  $L_y$ , ошибки наведения трала по вертикали  $E_y$  и дальности реакции рыбы  $L_p$  растут параметры раскрытия устья трала, а скорость траления падает. Максимальных значений размеры устья при минимальной скорости траления достигают в период с 13 до 15 часов. С уменьшением значений  $L_y$ ,  $E_y$ ,  $L_p$  или отдельных из этих величин повышается скорость траления и уменьшаются размеры устья (с 01 до 0,3, с 08 до 10 и с 19 до 22 часов). Результаты изменения оптимальных параметров в течение суток представлены на гистограмме (рис. I).

Промысел в подрайоне I.4 базируется на более крупной ставриде для успешного облова которой необходимы траления на повышенных скоростях, что при недостаточной буксировочной способности судов ограничивает раскрытие устья тралов. В связи с этим производительность лова в подрайоне I.4 ниже, чем в подрайоне I.3. Производительность же лова с судов РТМС в одних и тех же условиях значительно выше, чем с судов РТМА из-за более мощной энергетической установки.

В работе также приведены графики зависимости относительной производительности лова  $Q_{отн}$  от вертикального раскрытия  $L_y$  по месяцам в темное и светлое время суток, а также таблицы с расчетными характеристиками разноглубинных тралов для судов РТМА и РТМС в подрайонах I.3 и I.4.

В результате выполнения расчетов сказались, что для судов

РТМА в подрайоне I.3 необходимо иметь 10 тралов с различными техническими характеристиками, в подрайоне I.4-12 тралов.

Отдельные типоразмеры тралов приемлемы для обоих подрайонов, с учетом этого общее количество вариантов тралов составило 16. Для РТМС число вариантов тралов равно соответственно 6, 9 и 10.

Однако, даже с учетом работы по схеме "дубль" целесообразно использовать в течение суток не более 2-3 конструкций тралов. Кроме того, следует учесть, что современные распорные средства не обеспечивают горизонтального раскрытия разноглубинных тралов более 80-90 м. Исходя из этого выбирают необходимое число типоразмеров тралов, которые при любых изменениях условий промысла в течение суток имеют производительность лова не менее 95% от максимальной. Результаты сведены в таблицу 2.

В результате унификации вариантов тралов по сезонам с учетом изменения параметров раскрытия за счет регулировки оснастки трала для успешного облова ставриды в районе ЮВА с судов РТМА необходимо иметь две конструкции тралов, для судов РТМС один трал. Следует отметить сходимость результатов выбора оптимальных параметров в результате унификации тралов в зависимости от времени суток и сезона лова.

В работе проанализировано изменение производительности тралового лова и соответственно параметров лова в зависимости от отношения  $F_H/F_F$  для различных конструкций разноглубинных тралов.

Из анализа следует, что со снижением  $F_H/F_F$  при достаточной надежности оболочки, эффективность работы тралов существенно увеличивается.

В связи с этим на основе литературных данных и собственных наблюдений была определена возможность снижения значения  $F_H/F_F$  до 0,0023 за счет использования в удерживающей части мотни крупноячейной дели вместо мелкоячейной сетной оболочки (а/с 1138036).

Таблица 1

Результаты обоснования параметров разноглубинного тралового лова ставриды ЛВА в зависимости от времени суток для судов РТМА ( $N_e=1700$  кВт) в подрайоне 1.3 ( $l_p=0,28$ ,  $K_p=10,0$ ,  $K_v=0,4$ ,  $F_y/F_\Phi=0,034$ )

п/п	Время	Исходные данные			Параметры разноглубинного лова						
		$L_y, м$	$E_y, м$	$L_p, м$	$l_{тх}, м$	$l_{тy}, м$	$V_{тр}, м/с$	$F_{обл}, м^2$	$F_y, м^2$	$Q, м^3/с$	
1	01-03	27,6	5,8	5,0	80	30	2,4	1749	1884	2256	
2	03-06	38,0	7,5	4,0	80	35	2,3	2282	2198	2590	
3	06-08	36,4	12,0	9,5	60	40	2,4	1499	1884	1818	
4	08-10	22,6	6,0	10,5	80	30	2,4	1749	1884	2256	
5	10-13	31,7	7,5	8,5	80	35	2,3	2282	2198	2590	
6	13-15	40,0	7,5	7,0	90	40	2,1	2446	2826	2580	
7	15-17	38,4	5,6	7,0	80	35	2,3	2282	2198	2690	
8	17-19	19,4	9,7	5,5	80	35	2,3	1070	2198	1214	
9	19-22	32,6	4,9	4,5	80	30	2,4	1749	1884	2256	
10	22-01	30,5	7,6	5,5	80	35	2,3	1510	2198	1714	

Таблица 2

Результаты унификации параметров разноглубинного тралового лова ставриды ЛВА в зависимости от времени суток (1) и сезона лова (2) для судов РТМА и РТМС

п/п	Тип судна	Подрайон лова	Параметры разноглубинного лова		
			$l_{тх}, м$	$l_{тy}, м$	$V_{тр}, м/с$
	РТМА	1.3/1.4	70/60	35-40/30-35	2,4-2,3/ /2,6-2,5
1	РТМС	1.3-1.4	80/80	35-40/50	2,8-2,7/2,5
	РТМА	1.3-1.4	70/50	40(35)/ /35(30)	2,25(2,35)/ /2,5(2,6)
2	РТМС	1.3-1.4	80	35(40 и 50)	2,8(2,7 и 2,5)

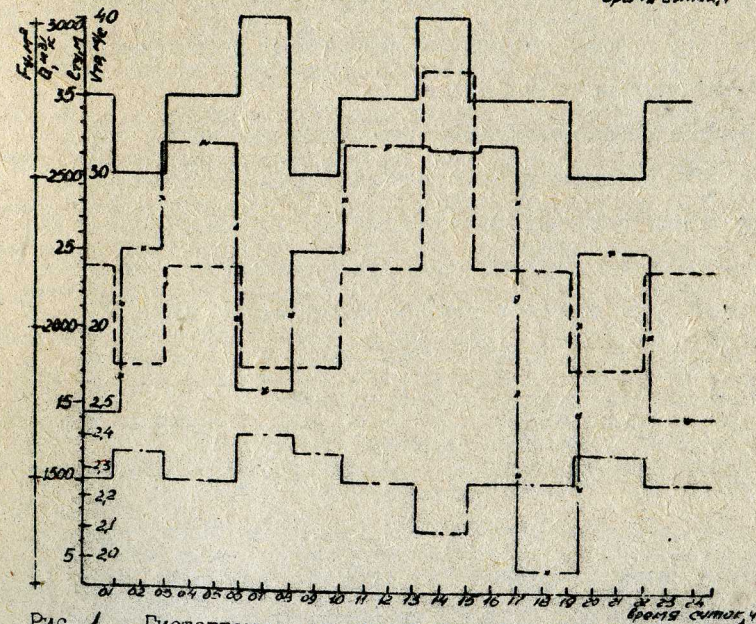
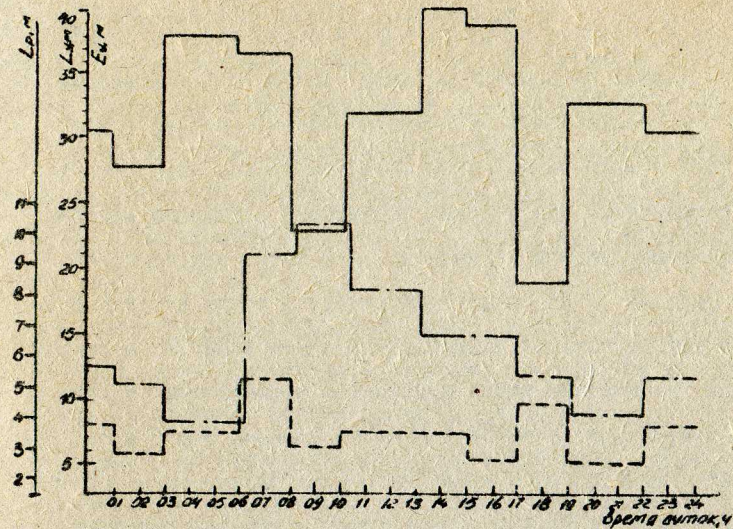


Рис. 4. Гистограммы изменения производительности лова  $Q$  и его параметров  $l_{тy}$ ,  $E_y$ ,  $V_{тр}$  в зависимости от условий промысла  $E_y$ ,  $L_p$ ,  $L_y$  в течение суток у судов РТМА в районе 1.3. Условия промысла: —  $l_{тy}$ ; ---  $E_y$ ; -.-  $V_{тр}$ . Результаты: —  $l_{тy}$ ; ---  $E_y$ ; -.-  $V_{тр}$ ; -x-  $Q$ .

В результате расчетов производительности лова ставриды в разное время лова и разных подрайонах, а также последующей унификации параметров лова установлены технические характеристики нового трала для РТМА:  $l_{тх}=70-60$  м,  $l_{ту}=30-55$  м при  $V_{тр}=2,3-2,9$  м/с. Из сравнения результатов обоснования параметров основного рабочего трала с экспериментальным установили, что производительность последнего выше на 23-43% в зависимости от периода суток и подрайона промысла. Испытания разработанного трала 83/380 м показали следующие технические характеристики в зависимости от типа оснастки и вооружения:  $l_{тх}=40-54$  м,  $l_{ту}=56-62$  м,  $V_{тр}=2,3-2,8$  м/с. Уловистость экспериментального трала превысила уловистость рабочих конструкций тралов на 20-49%. Приведенные материалы свидетельствуют о достаточно хорошей сходимости результатов проведенных расчетов с практическими результатами.

Дальнейшее совершенствование разноглубинных тралов для судов РТМА и РТМС возможно за счет использования прогрессивных сетематериалов, осваиваемых промышленностью (терлон, СП "Армос" и др.), а также улучшения гидродинамических характеристик сетной оболочки тралов, что позволит довести отношения  $F_H/F_P$  для РТМА до 0,0022, а для РТМС до 0,0021. В этом случае можно получить следующие технические характеристики тралов:

для РТМА:  $l_{тх}=60-70$  м,  $l_{ту}=30-55$  м,  $V_{тр}=2,35-3,0$  м/с;

для РТМС:  $l_{тх}=80$  м,  $l_{ту}=35-65$  м,  $V_{тр}=2,55-3,1$  м/с.

Как видно, существуют резервы для увеличения параметров лова, однако, в связи с ограниченными вертикальными размерами скоплений ставриды КВА и ее длины не имеет смысла в увеличении  $l_{ту}$  и  $V_{тр}$ , а необходимо совершенствовать распорные средства и схемы оснастки тралов с целью достижения повышенного горизонтального раскрытия  $l_{тх}$ .

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

1. Получены новые данные о размерах и размерном составе облавливаемых скоплений, глубине их расположения, величине зануривания, горизонтальных и вертикальных миграциях, особенностях поведения на различных этапах лова, ошибках наведения трала, колебаниях этих показателей в течение суток, года на промысле ставриды в двух подрайонах КВА.

2. Дано теоретическое обоснование и разработана методика определения горизонтального и вертикального раскрытия, скорости траления на основных этапах проектирования разноглубинных тралов.

3. Выполнен расчет 37 вариантов обоснования горизонтального и вертикального раскрытия разноглубинных тралов, скорости траления для судов РТМА и РТМС при работе в дневное и ночное время в различные сезоны лова, в двух основных подрайонах лова.

4. В результате унификации тралов установлено, что на судах типа РТМС достаточно иметь тралы двух типоразмеров: трал с горизонтальным раскрытием 80 м, вертикальным раскрытием 35-40 м при скорости траления 2,7-2,8 м/с и трал с горизонтальным раскрытием 80 м, вертикальным раскрытием 50 м при скорости траления 2,5 м/с. На судах РТМА следует иметь тралы двух типоразмеров: трал с горизонтальным раскрытием 70 м, вертикальным раскрытием 35-40 м при скорости траления 2,3-2,4 м/с и трал с горизонтальным раскрытием 60 м, вертикальным раскрытием 30-35 м при скорости траления 2,5-2,6 м/с.

5. Существующий уровень развития техники позволяет снизить значения  $F_H/F_P$  для РТМА до 0,0022, а для РТМС до 0,0021, резервы тягового усилия целесообразно использовать главным образом для повышения горизонтального раскрытия трала. При этом достигаются следующие технические характеристики трала: для РТМА  $l_{тх}=60-70$  м,  $l_{ту}=30-55$  м,  $V_{тр}=2,35-3,0$  м/с; для РТМС  $l_{тх}=80$  м,  $l_{ту}=35-65$  м,

$V_{тр}=2,55-3,1$  м/с.

6. Получены новые данные о характере и степени влияния поведения, распределения, биометрических характеристик тела рыбы, параметров трала, условий внешней среды на производительность разноглубинного тралового лова ставриды в районе КБА.

7. Установлена степень влияния основных биологических и океанологических характеристик на близкие к оптимальным значения горизонтального и вертикального раскрытия, скорость траления на промысле ставриды в районе КБА.

8. Фактический экономический эффект от внедрения тралов с использованием материалов диссертации составил около 10 млн.руб., в том числе с использованием наших изобретений более 3,1 млн.руб.

Содержание диссертации опубликовано автором в следующих работах:

1. Наведение трала по вертикали на скопления ставриды.-  
-Рыбное хозяйство, 1985, №10, с.51 ( в соавторстве).

2. Пути снижения гидродинамического сопротивления траллирующих орудий лова.-Тезисы докладов Всесоюзного семинара "Совершенствование подъемно-тралового оборудования рыболовных судов", Севастополь, 1987, с.24.

3. Результаты отбора лучших конструкций разноглубинных тралов в районе КВТО.-Тезисы докладов Всесоюзного семинара "Совершенствование подъемно-тралового оборудования рыболовных судов", Севастополь, 1987, с.26.

4. Разработка конструкции разноглубинного трала для малотоннажных судов.-Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического семинара по гидродинамике и проектированию орудий лова, Калининград 1987, с.56-67 (в соавторстве).

5. Справочник промысловика.-кн., Севастополь, 1988 (в соавторстве).

6. Обоснование основных параметров разноглубинного тралового лова ставриды КБА.-в сб.научных трудов ВНИРО "Совершенствование орудий промышленного рыболовства в связи с поведением гидробионтов", Москва, 1990 (в печати).

7. Унификация основных параметров разноглубинного тралового лова ставриды КБА.-в сб.научных трудов ВНИРО "Совершенствование орудий промышленного рыболовства в связи с поведением гидробионтов", Москва, 1990 (в печати).

8. Трал для лова рыбы.Авторское свидетельство СССР № 511048, 1976 (в соавторстве).

9. Трал для лова рыбы.Авторское свидетельство СССР № 527169, 1976 (в соавторстве).

10. Трал для лова рыбы. Авторское свидетельство СССР № 730332, 1980 (в соавторстве).

11. Трал для лова рыбы. Авторское свидетельство СССР № 904632, 1982 (в соавторстве).

12. Трал для лова рыбы. Авторское свидетельство СССР № 1138088, 1985 (в соавторстве).

13. Трал для лова рыбы. Авторское свидетельство СССР № 1175414, 1985 (в соавторстве).

14. Устройство для вертикального раскрытия устья трала. Авторское свидетельство СССР № 1261604, 1986 (в соавторстве).

15. Устройство для горизонтального раскрытия трала. Авторское свидетельство СССР № 1296079, 1987 (в соавторстве).

16. Трал для лова водных организмов.Авторское свидетельство СССР № 1308535, 1987 (в соавторстве).

17. Трал для лова рыбы.Авторское свидетельство СССР № 1311686, 1987 (в соавторстве).

18. Трал для лова рыбы. Авторское свидетельство СССР № 1546033, 1990 (в соавторстве).

19. Устройство для горизонтального раскрытия трала. Авторское свидетельство СССР № 1546034, 1990 (в соавторстве).