


*На правах рукописи*

**СОХУ ЗАХАРИ**

**Анализ и обоснование основных параметров лова разноглубинными  
тралами в районе ЦВА**

**Специальность 05.18.17 «Промышленное рыболовство»**

**Автореферат диссертации  
на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

  
С. Захаров

**Москва, 2010**

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Астраханский государственный технический университет».

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

Официальные оппоненты: доктор технических наук  
В.И. Кудрявцев (ФГУП ВНИРО).  
доктор технических наук, профессор  
В.К. Коротков (ФГОУ ВПО КГТУ).

Ведущая организация: ФГУП «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГУП «АтлантНИРО»)

Защита состоится 01 июня 2010 года в 12 00 часов на заседании диссертационного совета Д.307.004.03 при ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГУП «ВНИРО») Федерального агентства по рыболовству, по адресу: 107140, Москва, Верхняя Красносельская, 17.

Факс: (499) 264-91-87, e-mail: [fishing@vniro.ru](mailto:fishing@vniro.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП ВНИРО.

Автореферат разослан «30» апреля 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

В.А. Татарников

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Лов разноглубинными тралами занимает ведущее место в рыболовстве многих стран, в т.ч. в районе Центрально-Восточной Атлантики (ЦВА). Перспективно его применение в Республике Бенин.

Теории и проектированию разноглубинных тралов посвящено большое количество работ. Среди них отметим, прежде всего, работы Н.Н. Андреева, В.И. Габрюка, С.Б. Гюльбадамова, В.А. Ионаса, Ю.В. Кадильникова, Э.А. Карпенко, В.К. Короткова, В.Н. Мельникова, М.М. Розенштейна, В.К. Саврасова, А.И. Трешева, А.Л. Фридмана и многих других.

За редким исключением недостатком этих работ является несистемный подход к анализу и обоснованию параметров лова, и, как следствие, недоучет особенностей объекта лова и условий внешней среды, их влияния на параметры лова, слабое использование компьютерных и информационных технологий.

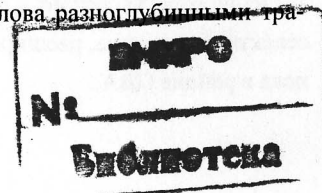
Недостаточная эффективность лова разноглубинными тралами в районе ЦВА связана также с ухудшением промысловой обстановки, частое изменение поведения и распределения объектов лова, условий внешней среды, несоответствие параметров технических средств лова условиям лова.

Для тралового лова наибольшее значение имеют горизонтальное и вертикальное раскрытие, скорость траления, параметры оболочки передней части тралов и траловых мешков, регулирование этих параметров в процессе лова. Оптимизация параметров лова возможна, прежде всего, на основе всестороннего учета рецепции, ориентации, поведения, распределения и биометрических характеристик объекта лова, применения для анализа и оптимизации лова адекватных математических моделей.

**Цель диссертации** - совершенствование разноглубинного тралового лова в районе ЦВА на биотехнической основе с применением математического моделирования производительности и селективности лова.

### Основные задачи диссертации:

- анализ способов обоснования параметров лова разноглубинными тралами;



- уточнение данных об условиях внешней среды и объектах лова района ЦВА;
- совершенствование методики обоснования параметров оболочки передней части разноглубинных тралов с учетом условий лова в районе ЦВА;
- совершенствование методики оценки и обоснования селективности траловых мешков разноглубинных тралов для условий и объектов лова в районе ЦВА;
- уточнение математических моделей производительности лова разноглубинными тралами и обоснование параметров устья тралов и скорости траления для района ЦВА;
- уточнение задач управления селективностью рыболовства при лове разноглубинными тралами с целью анализа и оптимизации селективности лова разноглубинными тралами в районе ЦВА;
- оценка влияния основных океанологических, биологических и технических факторов на эффективность лова разноглубинными тралами в районе ЦВА.

**Научная новизна диссертации.** В целом научная новизна работы заключается в уточнении теоретических основ совершенствования лова разноглубинными тралами с учетом условий и объектов лова в районе ЦВА.

В частности, уточнена методика анализа и синтеза параметров оболочки передней части разноглубинных тралов, селективности траловых мешков, горизонтального и вертикального раскрытия тралов и скорости траления для условий лова в районе ЦВА. Получены новые данные о влиянии основных океанологических, биологических и технических факторов на эффективность лова разноглубинными тралами в районе ЦВА. Предложена новая методика с перечнем и особенностями решения задач управления селективностью рыболовства для различных районов лова разноглубинными тралами.

**Практическое значение и реализация работы.** В целом, практическое значение работы состоит в повышении производительности и совершенствовании селективности лова, расширении области применения разноглубинного тралового лова в районе ЦВА.

Повышение эффективности лова основано на уточнении параметров оболочки передней части, размера ячеи траловых мешков, горизонтального и вертикального раскрытия устья разноглубинных тралов, скорости траления при лове ставриды, скумбрии, сардины и сардинеллы в районе ЦВА.

Материалы работы используются для чтения лекций, проведения практических занятий, выполнения курсовых и дипломных работ при подготовке специалистов по специальности «Промышленное рыболовство» и направлению «Рыболовство» в АГТУ. Эти же материалы применяют в практике учебной и научно-исследовательской работы в рыбохозяйственных учебных заведениях и организациях государства Бенин.

**Апробация работы.** Материалы диссертации доложены и обсуждены на научных конференциях преподавательского состава АГТУ (2007-2010 г.г.), в рыбохозяйственных организациях Республики Бенин (2007-2010 г.г.), во Всесоюзном научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии (2010г.).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 14 научных статей, из них 2 в рецензируемых изданиях из списка ВАК, а также методическое пособие «Совершенствование разноглубинного тралового лова государства Бенин».

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных результатов и выводов, изложена на 136 страницах, содержит 22 рисунка, 9 таблиц. Список литературы включает 58 наименований.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Результаты уточнения условий внешней среды и характеристик объектов лова разноглубинными тралами в районе ЦВА.
2. Уточненная методика обоснования и результаты обоснования параметров оболочки передней части разноглубинных тралов с учетом условий лова в районе ЦВА.
3. Усовершенствованная методика обоснования и результаты обоснования селективности траловых мешков разноглубинных тралов для условий и объектов лова в районе ЦВА.



4. Уточненная математическая модель производительности лова разноглубинными тралами и результаты обоснования параметров устья трала и скорости траления для объектов лова в районе ЦВА.
5. Оценка влияния основных океанологических, биологических и технических факторов на эффективность лова разноглубинными тралами в районе ЦВА.

### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** рассмотрены актуальность темы, цель и задачи работы, научная новизна, практическое значение, реализация и апробация работы, количество публикаций, структура и объем работы, положения диссертация, выносимые на защиту.

**В главе 1** «Общая характеристика и методика исследований лова разноглубинными тралами в районе ЦВА» дан обзор методов анализа и обоснования параметров лова разноглубинными тралами, а также особенности методики сбора и обработки экспериментального и статистического материала.

**В главе 2** «Условия внешней среды и характеристика объектов лова в районе ЦВА» рассмотрены условия лова разноглубинными тралами и характеристика объектов лова разноглубинными тралами района ЦВА.

К наиболее важным условиям лова относятся условия зрительной ориентации, показатели течения и волнения, акустический фон в водоемах, температура и соленость воды, глубина водоема, рельеф и характер грунта, распределение корма.

Условия зрительной ориентации на глубине лова определяются прозрачностью воды и типом светового режима на глубине лова.

В районах разноглубинного тралового лова в ЦВА относительная прозрачность воды по диску Секки обычно располагается в диапазоне от 5-6м до 20м со значительными колебаниями в зависимости от расстояния от берега, сезона лова, ветрового и волнового режима.

При анализе условий освещения на глубине лова различали дневной, сумеречный и ночной световой режим. Для ориентировочной оценки типа светового режима в водоёмах ЦВА составлена таблица для вод различной прозрачности с учётом подповерхностной освещённости в дневное и ночное время. С применени-

ем таблицы, зная закономерности суточных колебаний освещённости поверхности воды, можно определить продолжительность типов светового режима для района ЦВА на различных глубинах, оценить условия зрительной ориентации на глубине лова разноглубинными тралами, параметры вертикальных миграций рыб и т.д.

Скорость и направление течения в районах разноглубинного тралового лова влияют на направление и скорость активного и пассивного перемещения рыбы, её ориентацию в пространстве, образование скоплений рыбы, распределение рыбы в водоёме, выбор места и направления траления и т.д.

В промысловых районах ЦВА наблюдаются места со слабыми постоянными течениями, локальными течениями, с преобладанием приливных течений. Скорость течения в районе ЦВА в поверхностных слоях обычно 0.1-1м/с и уменьшаются с глубиной до 0.01м/с.

Дана характеристика волнения, акустического фона, температурного режима, глубин, рельефа грунта в районах лова разноглубинного тралового лова. Показано, как влияют эти показатели условий лова на технологию и эффективность лова в районе ЦВА.

Рассмотрено, как в общем случае можно увязывать качественно поведение и распределения объектов разноглубинного тралового лова с показателями условий внешней среды.

Проанализированы особенности поведения и распределения объектов лова ЦВА разноглубинными тралами в естественных условиях. Показано, что по гидробиологическим условиям и составу рыб промысел в течение года целесообразно делить на летне-осенний (июнь-октябрь) и зимне-весенний (ноябрь-июнь). В летне-осенний период основными объектами лова являются различные виды ставриды, скумбрия, сардинелла, хек, рыба-сабля, зубан. В зимне-весенний период преобладает лов сардины, сардинеллы, ставриды, скумбрии.

Дана классификация видов скоплений при лове разноглубинными тралами в районе ЦВА. Приведены и проанализированные собственные данные о размерах и структуре скоплений некоторых видов рыб ЦВА. Установлена их связь со световым режимом на глубине лова.



Анализ полученных результатов показывает, что при различном световом режиме основу промысла в ЦВА составляют скопления рыб в виде слоя рыбы определенной высоты и, следовательно, необходимо наводить трал только по вертикали. Высота скоплений этого вида колеблется от нескольких до 50-60м. Наиболее часто встречаются скопления высотой менее 30-40м. Лишь примерно в 15-20% случаев объектом лова являются косяки, на которые трал наводят по вертикали и по горизонтали.

Суточные колебания высоты скоплений невелики (если не считать непродолжительного периода утренних и вечерних сумерек) и не всегда требуют изменения в течение суток параметров устья тралов.

Описаны общие особенности поведения и распределения объектов лова в районе ЦВА на различных этапах лова - в зоне действия промыслового судна, ваеров, траловых досок, между кабелями, в предустьевом пространстве трала, передней части трала и в траловом мешке. Показано, что эти особенности близки к особенностям поведения и распределения других массовых пелагических рыб Мирового океана.

**В главе 3** «Анализ и обоснование параметров оболочки разноглубинных тралов района ЦВА» исследованы параметры оболочки передней части трала и тралового мешка, прежде всего, с учетом удерживающей способности и селективности оболочки.

Показано, что колебания уловов разноглубинных тралов с различными параметрами оболочки передней части современных тралов могут достигать 40-50%. Иногда параметры оболочки определяют возможность использования тралов для лова некоторых объектов лова. Особенно большое значение параметры оболочки имеют при лове подвижных и осторожных рыб, как в районе ЦВА.

Проведен анализ оболочек передней части разноглубинных тралов различной структуры и с различными параметрами с учетом выполнения оболочкой направляющих и задерживающих функций, сопротивления трала, прочностной надёжности, стягивающих оболочку усилий, сложности постройки и ремонта оболочки, расхода материалов на постройку.

Установлено, что с учетом всех основных требований к оболочке передней части трала для условий лова в районе ЦВА наилучшими свойствами обладают и

наиболее универсальны оболочки с шестиугольной ячеей; далее оболочки с ромбовидной ячеей, поперечными и продольными связями. Подтверждено, что свойства оболочки с шестиугольной ячеей можно регулировать изменением соотношения между длиной наклонных и продольных связей.

Уточнены способы обоснования расстояния между веревочно-канатными элементами оболочки передней части разноглубинных тралов с учетом эффективного действия на рыбу гидродинамических и световых полей контрастов оболочки для условий лова в ЦВА.

Предложены способы оценки оптимальной окраски различных пластей (верхней, нижней и боковых) передней части разноглубинных тралов с учетом условий внешней среды в районе ЦВА.

Селективность при лове разноглубинными тралами зависит от селективного действия самих орудий лова и селективности промысла. При этом различают видовую, размерную (возрастную) и половую селективности, а также их сочетания. Селективность тралов может быть основана на механическом, биомеханическом, биофизическом, геометрическом, биологическом принципах и их сочетаниях (Трещев, 1983, Мельников А.В., 1988).

При траловом лове наибольшее значение имеет механический принцип селективности тралового мешка. Часто необходимо учитывать биомеханическую селективность, особенно при малой скорости траления. Значение имеет биофизическая селективность, например, при попытке рыбы уйти через крупноячейную оболочку трала, путем его опережения.

Селективность при отцеживании рыбы траловым мешком характеризуется рядом показателей. Рассмотрены уточненные системы показателей селективности, которые желательно регламентировать и использовать при управлении селективностью рыболовства.

С применением способов и моделей селективности предложено решать различные задачи управления селективностью при лове разноглубинными тралами, связанные с анализом и оптимизацией селективности, в т.ч. определения регламентирующих селективность лова показателей, контроля и прогнозирования селективности, оценки взаимосвязи селективности и интенсивности рыболовства.

Проанализированы уравнения для оценки селективных свойств траловых мешков с учетом условий лова в районе ЦВА.

Подтверждено, что наилучшей практически во всех отношениях является кривая селективности в виде логической кривой (Трещев, 1974). Наиболее перспективно функцию кривой селективности выразить через параметры кривой - коэффициент селективности ячеи  $k_{ся}$ , диапазон селективности ячеи  $D_{ся}$ , долю рыб, не подверженных селективному действию сетного мешка  $\alpha_{нс}$ , и внутренний размер ячеи  $A$ :

$$S_m(l) = \frac{1 - \alpha_{нс}}{1 + \exp\left(-\frac{2.2(1 - k_{ся}A)}{D_{ся}}\right)} + \alpha_{нс}, \quad (1)$$

Полученное нами с использованием экспериментальных данных семейство кривых селективности тралового мешка с различным размером ячеи при лове сардинеллы ЦВА приведен на рис. 1.

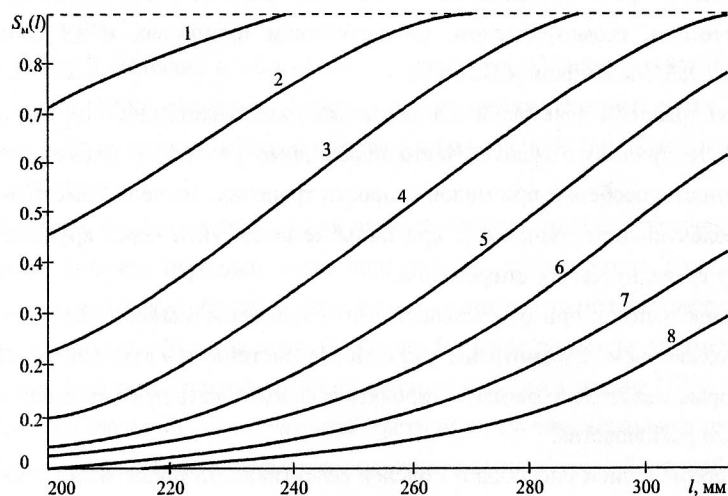


Рис. 1. Семейство кривых селективности при лове разноглубинным тралами сардинеллы в районе ЦВА для размера ячеи тралового мешка (мм): 1 - 50; 2 - 55; 3 - 60; 4 - 65; 5 - 70; 6 - 75; 7 - 75; 8 - 80.

Долю рыб, не подверженных селективному действию сетного мешка при затеняющем действии улова, определяли по различным формулам. Одна из них имеет вид (Мельников А.В., 1985):

$$\alpha_{нс} = \exp\left[-\frac{A - al_0}{a(l_n - l_0)} \ln(0.15 + 0.25 \lg Q_4)\right], \quad (2)$$

где  $a$  - коэффициент, равный  $1/2k_{см}$ ;  $l_n$  - длина рыб, соответствующая накопленной частоте встречаемости в улове 0,13-0,15 (иногда  $l_n$  принимают равной промысловой мере на рыбу);  $l_0$  - минимальная длина рыбы в улове.

Пример зависимости доли рыб, не подверженных селективному действию тралового мешка, для лова скумбрии, сардины и сардинеллы в районе ЦВА от размера ячеи приведен на рис. 2.

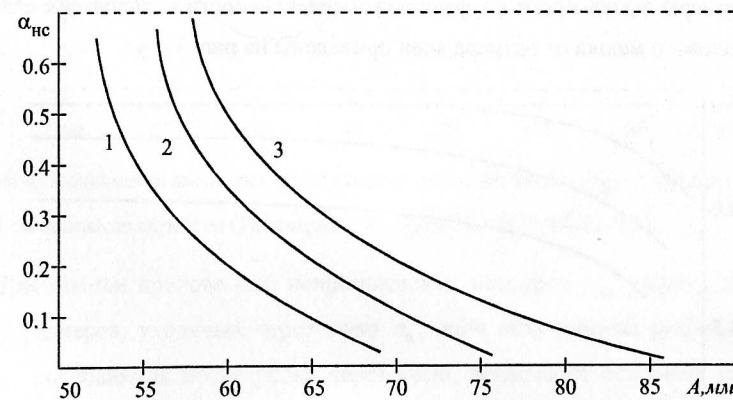


Рис. 2. Зависимость доли рыб, не подверженных селективному действию сетного мешка,  $\alpha_{нс}$  от размера ячеи  $A$  при лове разноглубинным тралом скумбрии (1), сардины (2), сардинеллы (3).

Коэффициент селективности сетного мешка

$$k_{см} = 2 \frac{1 - \alpha_{нс} \left(1 + \frac{0.1}{k_n}\right) k_c (1 + \epsilon_j)}{1 - \alpha_{нс} \frac{k_c}{k_n k_{сж}}}, \quad (3)$$

а диапазон селективности сетного мешка

$$D_{sm} = \frac{0.2k_c(1+\varepsilon_y)}{(1-\alpha_{nc})k_n^2k_{сж}} A, \quad (4)$$

где  $k_n$  - коэффициент полноты тела рыбы;  $k_{сж}$  - коэффициент сжатия тела рыбы;  $\varepsilon_y$  - относительное рабочее удлинение ячеи;  $k_c$  - коэффициент соответствия формы тела рыбы форме ячеи.

При небольших уловах в (3) и (4) коэффициент  $k_c$  принимают равным 1, а величину  $0.1/k_n$  в формуле (3) заменяют на  $0.12/k_n$ .

Чтобы перейти от коэффициента селективности  $k_{sm}$  и диапазона селективности  $D_{sm}$  сетного мешка к коэффициенту селективности  $k_{ся}$  и диапазону селективности  $D_{ся}$  ячеи в формулах (3) и (4) принимают  $\alpha_{nc} = 0$ .

Примеры зависимости коэффициента селективности и диапазона селективности тралового мешка от размера ячеи приведены на рис. 3 и 4.

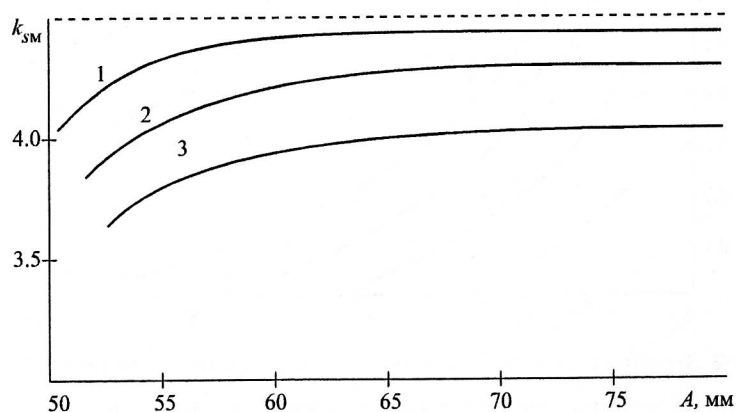


Рис. 3. Зависимость коэффициента селективности тралового мешка  $k_{sm}$  от размера ячеи  $A$  при лове скумбрии (1), сардины (2), сардинеллы (3) района ЦВА

Уменьшение диапазона селективности и доли рыб, не подверженных селективному действию сетного мешка, приводит к повышению однородности состава улова и повышению селективности лова. Изменение коэффициента селективности и соответственно сдвиг кривой селективности вправо или влево вызывает увеличение или уменьшение доли более мелких рыб в улове, уменьшение прилова рыб

не промысловых размеров в улове, иногда больший уход через ячеи рыб промысловых размеров. В зависимости от требований к составу и величине улова со сдвигом кривой селективности производительность лова изменяется. В общем случае с учетом влияния одних показателей селективности производительность лова повышается, а с учетом других - снижается.

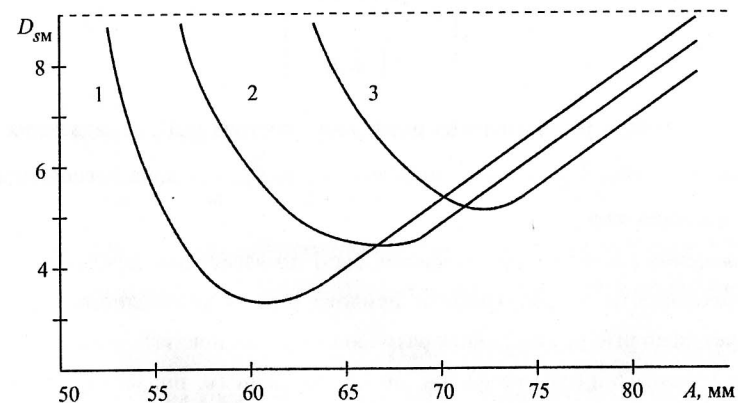


Рис. 4. Зависимость диапазона селективности тралового мешка  $D_{sm}$  от размера ячеи  $A$  на промысле скумбрии (1), ставриды (2), сардинеллы (3) района ЦВА.

Для оценки прилова рыб непромысловых размеров  $n_{np}$ , доли рыб промысловых размеров, уходящих через ячею  $n_n$ , доли объячеянных рыб  $n_{об}$  и доли рыб  $n_r$ , погибающих после ухода через ячею, применяют основные уравнения траловых мешков (Мельников А.В., 1985; Мельников А.В, Мельников В.Н., 2005):

$$n_{np} = \frac{\int_0^{l_{im}} g(l)S(l)dl}{\int_0^{\infty} g(l)S(l)dl}; \quad (5)$$

$$n_n = 1 - \frac{\int_0^{\infty} g(l)S(l)dl}{\int_0^{l_{im}} g(l)dl}; \quad (6)$$



$$n_{об} = \frac{\int_0^{\infty} g(l)P(l)dl}{\int_0^{\infty} g(l)S(l)dl}; \quad (7)$$

$$n_r = \alpha_r \left( 1 - \frac{\int_0^{\infty} g(l)S(l)dl}{\int_0^{\infty} g(l)dl} \right), \quad (8)$$

где  $g(l)$  - плотность распределения размерного состава рыб, попадающих в сетной мешок или слив;  $l_{нп}$  - промысловая мера на рыбу;  $\alpha_r$  - доля погибающих рыб после ухода через ячею.

Уравнения решают с применением ЭВМ по известным исходным данным. При необходимости, строят графики прилова рыб непромысловых размеров и ухода через ячею рыб промысловых размеров и других показателей в зависимости от размера ячеи. Примеры графиков, по нашим данным, приведены на рис. 5 и рис. 6.

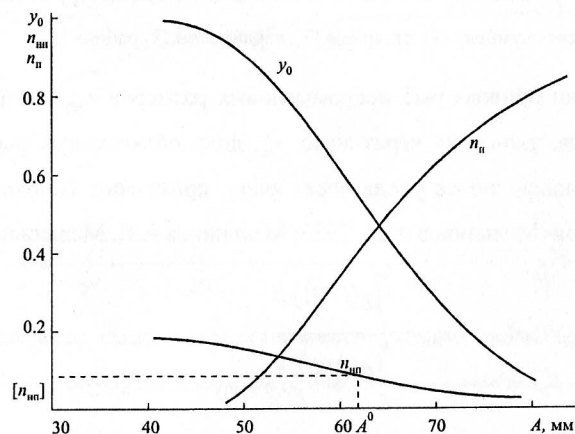


Рис. 5. Зависимость прилова рыб непромысловых размеров  $n_{нп}$  и ухода через ячею рыб промысловых размеров  $n_n$  сардинеллы ЦВА от размера ячеи  $A$  траловых мешков.

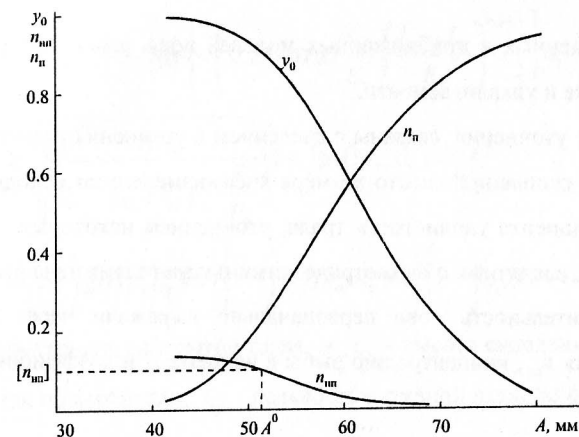


Рис. 6. Зависимость прилова рыб непромысловых размеров  $n_{нп}$  и ухода через ячею рыб промысловых размеров  $n_n$  сардины ЦВА от размера ячеи  $A$  траловых мешков.

С применением аналогичных графических зависимостей получены усредненные значения размера ячеи траловых мешков для сардинеллы, сардины, ставриды, скумбрии района ЦВА с учетом заданного допустимого прилова рыб непромысловых размеров и ухода через ячею рыб промысловых размеров.

Аналогичным образом с применением выражений (5)-(8) можно оценить влияние на результаты лова размерного состава облавливаемых скоплений, промысловой меры на рыбу, биометрических характеристик тела рыбы, физико-технических свойств сетного полотна, величины улова за цикл лова и других факторов.

Биомеханическая и другие виды селективности разноглубинных тралов подробно описаны в литературе (Мельников А.В., Мельников В.Н., 2005 и др.) и здесь не рассматриваются. По этой же причине не рассматриваются в работе селективность промысла, особенности определения промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб, часть проблем управления селективностью тралового лова.

**В главе 4** «Анализ и обоснование параметров устья разноглубинных тралов и скорости траления в районе ЦВА» рассмотрены особенности анализа и обоснования основных параметров лова разноглубинными тралами в районе ЦВА с при-

менением уточненных и приближенных моделей лова, уравнений улова на промысловое усилие и улавливаемости.

Основные уточнения связаны с введением в уравнения размерного состава облавливаемых скоплений вместо размера ячеи, изменением исходного выражения для коэффициента уловистости трала, уточнением некоторых эмпирических коэффициентов, связанных с биометрическими показателями тела рыбы.

Производительность лова первоначально выражали через обловленный объём скопления  $v_{ск}$ , концентрацию рыбы в водоёме  $\rho$  и коэффициент уловистости трала  $\varphi$ :

$$Q = \rho \times \varphi \times v_{ск} = \rho \times \varphi \times F_c \times v_{тр}, \quad (9)$$

где  $F_c$  - облавливаемая площадь скопления, равная площади проекции скопления в пределах устья трала на направление, перпендикулярное направлению движения трала,  $m^2$ ;  $v_{тр}$  - скорость траления,  $m/c$ .

Коэффициент уловистости с нашими уточнениями

$$\varphi = (1 - p_{пу}) \times (1 - p_y) \times (1 - p_{об}) \times (1 - p_m). \quad (10)$$

где  $p_{пу}$ ,  $p_y$ ,  $p_{об}$ ,  $p_m$  - соответственно вероятность ухода рыбы из предустьевое пространства трала, путём обратного выхода из трала, через его оболочку и через ячеи тралового мешка.

После подстановки в (9) и (10) всех значений получили развернутое выражение для оценки относительной производительности лова - (11).

Одно из основных назначений математической модели состоит в оптимизации горизонтального и вертикального раскрытия трала, скорости траления при ограниченной располагаемой тяге судна. Так как проектируемый трал работает в различных условиях (при различных сочетаниях влияющих факторов), то по соответствующим исходным данным одновременно определяют искомые показатели для нескольких (обычно 10-20) вариантов условий лова.

$$Q_0 = l_{тх} L_y \left[ 1 - \exp \left\{ - \left( 0.27 - 0.02 \frac{L_y}{E_y} \right) \left( \frac{l_{тх} - L_y}{E_y} \right)^{1.34} \right\} \right] \times \\ \times \sqrt[3.2]{\frac{0.1 N_e}{F_y^{0.82} (l_{тх} + l_{ты})^{0.36} \frac{F_H}{F_\phi}}} \left\{ 1 - \int_0^\infty g(l) p_{пу}(l_p) dl \right\} \times \quad (11) \\ \times \left\{ 1 - \int_0^\infty g(l) p_y(l_p) dl \right\} \left\{ 1 - \int_0^\infty g(l) p_{об}(l_p) dl \right\} \left\{ 1 - \int_0^\infty g_m(l) \times S(l) dl \right\}$$

где  $l_{тх}$  - горизонтальное раскрытие трала,  $m$ ;  $L_y$  - высота скопления;  $E_y$  - ошибка наведения трала по вертикали;  $L_p$  - дальность активной реакции рыбы на элементы трала;  $g_m(l)$  - функция плотности распределения размерного состава рыб, попадающих в траловый мешок;  $S(l)$  - функция кривой селективности для тралового мешка с внутренним размером ячеи  $A$ ;  $N_e$  - номинальная мощность главного двигателя судна, кВт;  $F_y$  - площадь устья трала в сечении по гужу;  $F_\phi$  - фиктивная площадь оболочки трала;  $F_H$  - площадь сопротивления нитевидных материалов оболочки трала.

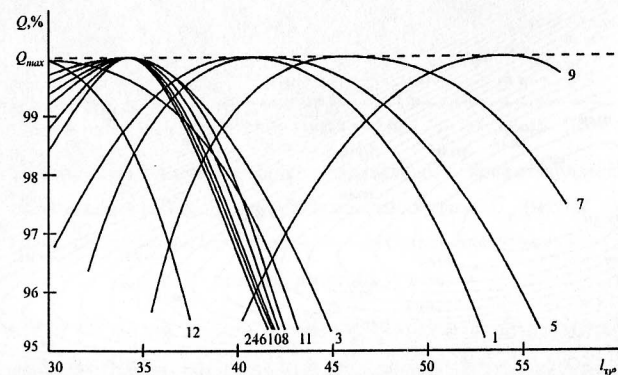


Рис. 7. К унификации разноглубинных тралов для лова ставриды с судов типа РТМА в районе ЦВА. Номера кривых соответствуют номерам вариантов условий лова в ночное время (нечетные номера) и для дневного лова (четные номера).

С применением математической модели производительности разноглубинного тралового лова в качестве примера определены оптимальные параметры это-

го вида лова на промысле ставриды в районе ЦВА. Результаты расчетов для 12 вариантов дневного и ночного лова приведены на рис. 7.

Откуда следует, что в различных условиях оптимальные параметры лова отличаются. Однако для лова в ночное время во всех случаях можно использовать трал с горизонтальным раскрытием  $L_{гх}=100\text{м}$ , вертикальным раскрытием  $L_{гв}=42\text{м}$ , которым соответствует скорость траления  $2.0\text{м/с}$ . Для лова в дневное время во всех случаях можно использовать трал с горизонтальным раскрытием  $80\text{м}$  и вертикальным раскрытием  $35\text{м}$  при скорости траления  $2.26\text{м/с}$ .

В некоторых случаях результаты расчетов полезно представить в виде изоплетной диаграммы или в трехмерном пространстве. На рис. 8 приведен пример изоплетной диаграммы для оценки производительности лова  $Q_0$  сардинеллы ЦВА при различных сочетаниях горизонтального и вертикального раскрытия трала, которые отложены соответственно по горизонтали и вертикали. Каждой точке изоплетной диаграммы соответствует различная скорость траления, которую ЭВМ рассчитывает отдельно.

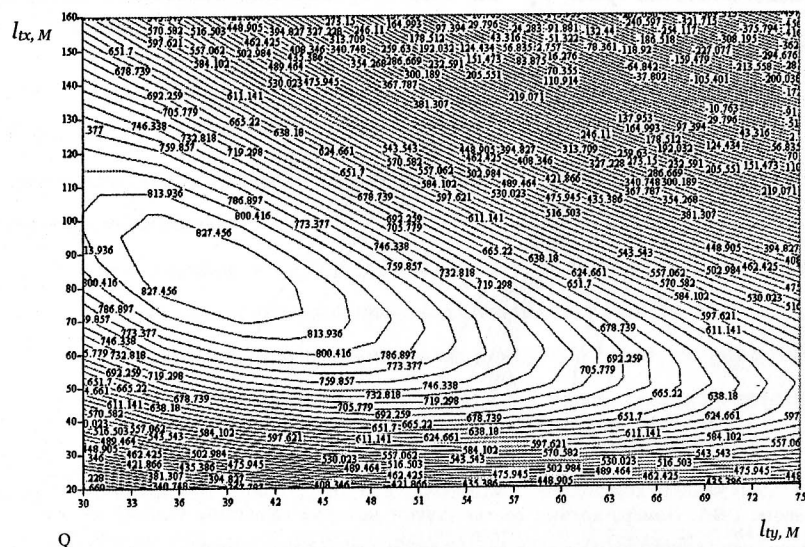


Рис.8. Изоплетная диаграмма для оценки производительности тралового лова сардинеллы ЦВА при различных сочетаниях горизонтального и вертикального раскрытия трала.

Кроме основной модели, уточнены простые математические модели для приближенного обоснования горизонтального и вертикального раскрытия разноглубинных тралов, скорости траления для облова в ЦВА скоплений различных размеров и формы, степени подвижности, для судов с различной мощностью главного двигателя, при ограниченных исходных данных.

С применением основных уравнений лова рыбы разноглубинными тралами для условий ЦВА установлены зависимости производительности лова от параметров устья тралов, скорости траления, высоты скоплений, размеров и скорости перемещения рыбы, ошибки наведения трала, дальности реакции рыбы на элементы трала. Как пример, на рис. 9 и 10 приведены примеры таких зависимостей для лова в районе ЦВА.

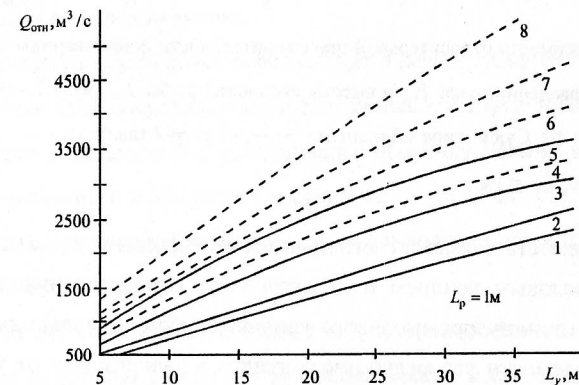


Рис. 9. Зависимость относительной производительности лова ставриды ЦВА  $Q_{отн}$  от высоты скопления рыбы  $L_y$  и ошибки наведения трала  $E_y$  (м): 1,2 - 15; 3,4 - 12; 5,6 - 8; 7,8 - 3. Судно типа «Атлантик» —; «Супер-Атлантик» — — —. Дальность реакции рыбы  $L_p = 1\text{ м}$ .

Показатели улова на промысловое усилие при лове разноглубинными тралами характеризуют эффективность использования промыслового усилия. Получены новые выражения для оценки улова на обловленный объем водоема и обловленный объем скопления, когда величина улова зависит от вероятности ухода рыбы из зоны облова различными путями и от селективности лова.



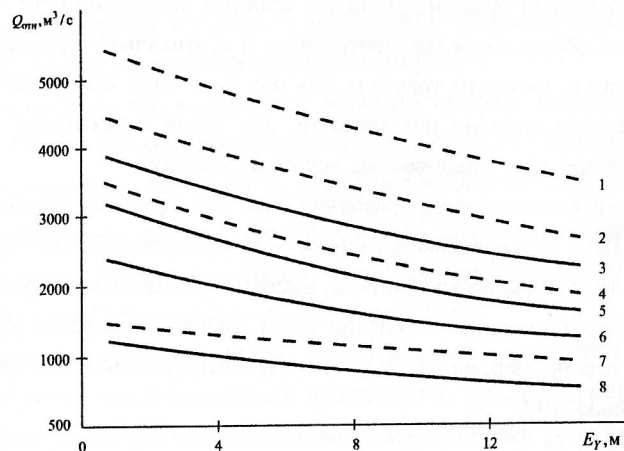


Рис. 10. Зависимость относительной производительности лова ставриды ЦВА  $Q_{отн}$  от ошибки наведения трала  $E_y$  и высоты скопления рыбы  $L_y$  (м): 1,2 - 40; 3,4 - 30; 5,6 - 20; 7,8 - 10. Судно типа «Атлантик» —; «Супер-Атлантик» - - -. Дальность реакции рыбы  $L_p = 1 м$ .

Улавливаемость связывает мгновенный коэффициент промысловой смертности с промысловым усилием и характеризует относительную промысловую смертность на единицу промыслового усилия. Получены новые выражения для оценки улавливаемости разноглубинных тралов в зависимости от улова на промысловое усилие и величины улова. Дана вероятностная оценка улавливаемости в функции основных влияющих факторов.

Выполненные в диссертации исследования позволяют на современном уровне оценивать основные параметры лова разноглубинными тралами в районе ЦВА для различных условий и объектов лова, что позволяет повысить промысловую и экономическую эффективность лова, способствуют развитию разноглубинного тралового лова в районе ЦВА, в т.ч. в Республике Бенин.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Дана обобщенная характеристика прозрачности воды, светового режима, течения и волнения, акустического фона, температуры и солености воды, глубин

водоема в районе ЦВА. Показано, как влияют эти показатели условий лова на показатели и эффективность лова в районе ЦВА.

2. На примере ставриды, скумбрии, сардины и сардинеллы проанализированы особенности поведения и распределения объектов лова разноглубинными тралами в естественных условиях в районе ЦВА. Показана особая связь характеристик объекта лова со световым режимом в водоеме, особенностями управления ловом и результатами лова.

3. Рассмотрены общие особенности поведения и распределения объекта лова ЦВА на отдельных этапах лова - в зоне о действия промыслового судна, ваеров, траловых досок, между кабелями, в предустьевом пространстве трала, передней части трала и в траловом мешке.

4. Выполнен анализ оболочек передней части разноглубинных тралов с учетом выполнения оболочкой направляющих и задерживающих функций, сопротивлению трала, прочностной надёжности, стягивающих оболочку усилий и т.д. Показано, что с учетом требований к оболочке передней части трала для условий лова в районе ЦВА наилучшими свойствами обладают и наиболее универсальны оболочки с шестиугольной ячейей.

5. Уточнены способы обоснования параметров оболочки передней части трала в связи с действием на рыбу гидродинамических и световых полей контрастов оболочки для условий лова в районе ЦВА.

6. Показано, что при лове разноглубинными тралами в районе ЦВА наблюдаются все виды селективности лова и промысла. При этом селективность лова включает механическую, биомеханическую, биофизическую, биологическую и геометрическую селективность с преобладанием двух первых видов селективности.

7. Уточнена система показателей селективности и управления селективностью. Предложен перечень задач управления селективностью рыболовства при лове разноглубинными тралами в районе ЦВА, которые можно использовать при анализе и оптимизации селективности тралового лова.

8. Проанализированы уравнения для оценки селективных свойств траловых мешков с учетом условий лова в районе ЦВА. Получены конкретные математические модели и графики для оценки кривых селективности траловых мешков, параметров кривой селективности для основных объектов лова в ЦВА - ставриды, скумбрии, сардины и сардинеллы.

9. Дан анализ основных уравнений селективности при отцеживании рыбы с учетом особенностей лова разноглубинными тралами в районе ЦВА. Построены графики для определения прилова рыб непромысловых размеров и ухода через ячею рыб промысловых размеров в зависимости от размера ячеи траловых мешков при лове ставриды, скумбрии, сардины, сардинеллы.

10. Получены усредненные данные об оптимальном размере ячеи траловых мешков для этих объектов лова с учетом заданного допустимого прилова рыб непромысловых размеров и ухода через ячею рыб промысловых размеров.

11. Уточнены и адаптированы к условиям и объектам лова района ЦВА основная и приближенные математические модели лова разноглубинными тралами. Установлены особенности решения математических моделей лова для оптимизации горизонтального и вертикального раскрытия тралов и скорости траления. Приведены примеры обоснования параметров устья тралов и скорости траления разноглубинных тралов для условий лова в районе ЦВА.

12. С применением основных уравнений лова рыбы разноглубинными тралами для условий ЦВА установлены зависимости производительности лова от параметров устья тралов, скорости траления, высоты скоплений, размеров и скорости перемещения рыбы, ошибки наведения трала, дальности реакции рыбы на элементы трала.

13. Получены новые выражения для оценки улова на промысловое усилие, когда в качестве последнего выступают обловленный объем водоема и обловленный объем скопления, а величина улова зависит от вероятности ухода рыбы из зоны облова различными путями и от селективности лова.

## Основные публикации по теме диссертации.

### *Публикации в изданиях из Перечня ВАК РФ*

1. Соху Захари. Особенности проектирования разноглубинных тралов для лова в Центрально-Восточной Атлантике / Соху Захари// Естественные и технические науки Москва. – 2010. №2. С. 458-460.
2. Соху Захари. Структура и параметры оболочки передней части разноглубинных тралов для лова в Центрально-Восточной Атлантике / Соху Захари// Естественные и технические науки Москва. – 2010. №2.С. 461-463.

### *Публикации в других изданиях*

3. Соху Захари. Приближенное обоснование основных параметров лова разноглубинными тралами/ Соху Захари//Вестник АГТУ.- 2008.- № 3.- С. 75-78.
4. Соху Захари. Совершенствование анализа и обоснования показателей лова разноглубинными тралами /В.Н. Мельников, Соху Захари, Чам Леопольд //Вестник АГТУ.- 2008.- № 3.- С. 82-86.
5. Соху Захари. Условия лова разноглубинными тралами в Гвинейском заливе/ Соху Захари//Материалы 52-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава АГТУ.- Астрахань: АГТУ, 2008. С.69-70.
6. Соху Захари. Селективность лова разноглубинными тралами в Гвинейском заливе/ А.В. Мельников, Соху Захари//Материалы 52-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава АГТУ.- Астрахань: АГТУ, 2008. С.64-65.
7. Соху Захари. Оценка показателей промыслового усилия как показателей качества орудий лова/ А.В. Мельников, К.А. Мельников, Соху Захари// Наука: поиск. Сб. научных статей. Астрахань: АГТУ, 2008.- С.37-38.
8. Соху Захари. Управление поведением рыбы в предустьевом пространстве разноглубинных тралов / Соху Захари//Материалы 54-й научно-практической

конференции профессорско-преподавательского состава АГТУ.- Астрахань: АГТУ, 2010. С. 15-16.

9. Соху Захари. Особенности проектирования траловпо прототипу / Соху Захари//Материалы 54-й научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава АГТУ.- Астрахань: АГТУ, 2010. С. 16-17.

10. Sohou Zacharie. Analyse et optimisation de la sélectivité du cul de chalut (poche) pélagique dans l'Atlantique Centre-Est (zone COPACE) / Sohou Zacharie, V. N. Melnikov // 2<sup>ème</sup> Colloque des Sciences, Cultures et Technologies de l'UAC-Bénin. - Bénin, UAC, 2009. P.183-184.

11. Sohou Zacharie. Physical oceanography in the Eastern Equatorial Atlantic: effort and progress in data acquisition and application / A. Angora, Sohou Zacharie, R. Djiman, A. K. Armah, R. Folorunsho, A. Blivi, B. Bourlès // Window. COI-UNESCO – 2008. Vol 19, N°1-2. P.18-19.

12. Sohou Zacharie. Oceanographic data; coastal zones; Benin/R. Djiman, Sohou Zacharie // African oceans and coasts. UNESCO Office Nairobi and Regional Bureau for Science in Africa; IOC Nairobi, UNESCO Office Nairobi, 2009. Kenya 2009., illus., maps. P. 53-58.

13. Sohou Zacharie. Atlas des poissons et crustacés du Bénin: Eaux marines / T. Muraï, F. M. d'Almeida, Sohou Zacharie//Monographie Bibliothèque nationale, Bénin. 2003 - ISBN 99919-50-30-3. P.188.

14. Sohou Zacharie. Length-weight and length-frequency relationships of commercially important marine fish species from Benin / Fiogbe E.D., Sohou Z., Gbaguidi A., Hounkpè C. and Degbey J.B. 2002- //J. Appl. Ichthyol (JAI-01-43). P.25-30.

Подп. в печать 27.04.10.

Объем 1,5 пл.

Тираж 100 экз.

Заказ №895.

ФГУП «ВНИРО»  
107140, Москва, В. Красносельская, 17