

**АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра промышленного рыболовства

**Методическое пособие по дисциплинам
«Рыбохозяйственная кибернетика»,
«Управление селективностью промысла»,
«Организация, регулирование, контроль и
прогнозирование промысла»**

ТЕМА

**«УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫМ
РЫБОЛОВСТВОМ»**

**Направление подготовки
35.04.08 «Промышленное рыболовство»**

**Магистерская программа
«Управление рыболовством и сырьевыми
ресурсами»**

Астрахань, 2015

Авторы: д.т.н., профессор кафедры промышленного рыболовства А.В. Мельников,
д.т.н., профессор кафедры промышленного рыболовства В.Н. Мельников,

Методические разработки рассмотрены и утверждены на заседании кафедры промышленного рыболовства апреля 2015 г., протокол № .

Рецензент - к.т.н., доцент кафедры промышленного рыболовства Е.П. Новожилов.

ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОВА И ПРОМЫШЛЕННОГО РЫБОЛОВСТВА

1.1. Основные области и функции промышленного рыболовства

1.1.1. Наиболее общим в области добычи биологических ресурсов водоемов является понятие «промышленное рыболовство». Для рационального и эффективного использования биологических ресурсов промышленное рыболовство целесообразно разделить на три области - лов, промысел, рыболовство. Основные проблемы в каждой области связаны с процессами управления объектами промышленного рыболовства, которое должно приводить некоторому положительному результату (допустимой производительности и селективности лова, рациональному использованию запасов промысловых рыб и т.д.) Соответственно выделяют управление ловом, управление промыслом и управление рыболовством.

1.1.2. Лов рыбы связан с управлением работой одной промысловой единицы (судна, орудия лова), управлением ловом.

Под промыслом рыбы понимают работу нескольких промысловых единиц. Соответственно, рассматривают управление промысловыми единицами в одном или нескольких промысловых районах.

Рыболовство как область промышленного рыболовства связана с оценкой запасов и с управлением запасами промысловых рыб.

1.1.3. С учетом трех областей промышленного рыболовства различают системы управления рыболовством, системы управления промыслом и системы управления ловом. Эти системы можно объединить в систему управления промышленным рыболовством. Каждая из четырех систем управления состоит из трех подсистем - объекта лова, технических средств лова и поля управления (водоема, в котором добывают рыбу). Необходимость системного подхода при использовании показателей промыслового усилия обуслов-

лена их зависимостью от всех трех элементов рассматриваемых систем, взаимосвязи и взаимодействия элементов.

1.1.4. Для каждой из трех областей промышленного рыболовства характерны четыре функции управления - организации, регулирования, контроля и прогнозирования. Соответственно, с учетом областей и функций управления можно выделить двенадцать проблем управления промышленным рыболовством с определенными формами деятельности и формами управления.

Рассмотрим в общих чертах все проблемы управления промышленным рыболовством.

1.1.5. Функция организации при управлении ловом направлена на повышение эффективности работы отдельной промысловой единицы.

Основные задачи организации лова:

- разработка и совершенствование режимов работы промысловой единицы;
- организация ремонта технических средств лова;
- организация работ, связанных с техникой безопасности при лове рыбы;
- организация работ, связанных с предотвращением и ликвидацией последствий аварийных ситуаций, неисправностей и отказов элементов рыболовной системы;
- организация снабжения судов промысловым вооружением и т.д.;
- организация переработки улова и сдача уловов;
- организация поиска рыбы;
- организация работ, связанных с решением экологических и экономических проблем лова и т.д.

1.1.6. Функция регулирования показателей лова состоит в воздействии на процесс лова для повышения эффективности работы одного судна.

Эта функция включает:

- регулирование показателей орудий лова и других технических средств лова;

- регулирование положения, формы и параметров перемещения орудий лова;
- регулирование временных показателей лова;
- регулирование поведения и распределения объекта лова;
- регулирование условий внешней среды и т.д.

Регулирование показателей лова возможно до начала лова и в процессе лова.

Условно к первому случаю можно отнести обоснование показателей лова при разработке орудий лова, особенно при многовариантном проектировании.

1.1.7. Функция контроля в промышленном рыболовстве в основном состоит в обследовании, наблюдении и инспекции субъектов промысла. Выполнение этой функции обеспечивает выполнение соответствующих нормативных документов и сбор материалов для оптимизации процессов организации, регулирования и прогнозирования в области промышленного рыболовства.

Несмотря на общие формы, содержание и роль отдельных форм контроля в каждой области управления промышленного рыболовства существенно отличаются.

Контроль в области управления ловом направлен на соблюдение правил рыболовства и конвенционных соглашений одним судном в отношении

- запретных районов и сроков промысла;
- величины промыслового усилия;
- общих квот вылова и вылова рыб запрещенных видов;
- прилова различных видов рыб при комбинированном, специализированном и смешанном лове;
- прилова рыб непромысловых размеров;
- требований к орудиям лова и режиму их работы и т.д.

Кроме того, контролируют составление промысловой документации, предоставление контролируемыми организациями и промысловым судам информации, необходимой для

успешного ведения промысла, взаимный контроль судов представителями различных государств и т.д.

1.1.8. Функция прогнозирования в каждой области управления промышленным рыболовством включает прогнозирование отдельных форм деятельности и форм управления.

В области управления ловом наиболее важно прогнозирование совершенствования рыболовных систем, способов регулирования орудий лова, поведения и распределения объекта лова, организации лова.

1.1.9. Функция организации управления промыслом направлена на решение следующих задач:

- выбор районов, объектов, орудий и способов лова;
- выбор вида организации промысла и режима работы промысловых единиц;
- учет особенностей работы группы промысловых единиц;
- распределение допустимого улова между промысловыми единицами;
- организация поиска и разведки объектов лова;
- координация работы добывающих, обрабатывающих и транспортных судов;
- учет правовых, экологических и экономических проблем организации промысла.

1.1.10. Наиболее важные задачи регулирования промысла:

- регулирование расстановки промыслового флота в пространстве и времени;
- распределение общего допустимого улова между судами;
- регулирование селективности промысла;
- регулирование режима работы промыслового флота и т.д.

1.1.11 Задачи контроля в области управления промыслом совпадают с соответствующими задачами в области управления ловом, которые рассмотрены выше.

1.1.12. Функция прогнозирования в области управления промыслом направлена, прежде всего, на оценку перспектив

промысла в освоенных и в новых районах промысла с учетом возможных уловов, видового, размерного и полового состава уловов.

На этой основе прогнозируют виды лова, количество промысловых единиц, распределение промысловых единиц по районам промысла и внутри отдельных районов промысла, режим работы флота.

1.1.13. Функция организации управления рыболовством включает принятие субъектами промысла (государствами, рыбохозяйственными организациями, в т.ч. научными, рыбоохранными) мер по рациональному использованию и охране запасов. Различают международные и внутренние (для отдельных государств) проблемы организации рыболовства.

Функции организации рыболовства используют при решении следующих задач международного характера:

- при межгосударственном сотрудничестве в области рыболовства и охраны запасов;
- при использовании экономических зон и открытых частей Мирового океана;
- для установления особенностей ведения промысла в районах конвенционного рыболовства;
- при функционировании механизмов правового регулирования запасов, контроля и прогнозирования рыболовства;
- при выработке общих стратегий развития рыболовства в Мировом океане;
- для оценки экологической обстановки в промысловых водоемах;
- для определения экономических показателей рыболовства и т.д.

Функция организации управления запасами в пределах отдельных стран включает:

- оценку перспектив и особенностей развития рыболовства государства, прежде всего, с учетом сырьевых ресурсов водоемов, экономических показателей рыболовства, спроса на рыбную продукцию;

- установление запретных мер для охраны водоемов и запасов промысловых объектов;
- установление штрафных санкций за невыполнение квот вылова и правил регулирования рыболовства во внутренних и прибрежных водах;
- государственный контроль и государственная поддержка рыболовства и т.д.

1.1.14. Функция регулирования запасов состоит в изменении воздействия на запасы с целью их наиболее рационального и эффективного использования в течение продолжительного времени. Эта функция включает

- определение состава, абсолютной и относительной величины запасов;
- определение видов рыб, подлежащих вылову, их соотношения в улове;
- оценку допустимых уловов по отдельным объектам лова;
- установление запретных сезонов и районов лова;
- определение видов, размеров и конструктивных особенностей орудий лова, особенностей их перемещения;
- регулирование размера ячеи и других показателей орудий лова, влияющих на размерный и видовой состав улова;
- регулирование промысловой меры на рыбу, допустимого прилова рыбы непромысловых размеров и других показателей, регламентирующих размерный, видовой и половой состав улова;
- регулирование воспроизводства, роста, естественной смертности рыб.

1.1.15. В области управления запасами контролируют

- состояние промысловых водоемов;
- состояние запасов;
- интенсивность и селективность рыболовства;
- влияние рыболовства и других факторов на состояние запасов;
- промысловую активность государств;

- выполнение нормативных актов и основных обязательств по регулированию рыболовства, в т.ч. по квотам вылова;
- предоставление промысловой и другой информации в контролирующие органы;
- результаты научных исследований в области управления запасами.

1.1.16. В области управления запасами рыб необходимо, прежде всего, прогнозировать состояние запасов промысловых объектов, возможных уловов, видового и размерного состава уловов, пути совершенствования правил регулирования рыболовства, методы оценки запасов и возможных уловов, селективности рыболовства.

Как обычно, при прогнозировании рыболовства решают в основном те же задачи, что и при выполнении других функций управления рыболовством.

1.1.17. Представление о всех областях и функциях промышленного рыболовства при изучении техники и технологии промышленного рыболовства позволяет более осознанно подходить к изучению технических средств лова, технологии лова, проблемам управления промыслом, учитывать взаимосвязь лова, промысла и рыболовства.

1.2. Системы управления ловом, промыслом и рыболовством

1.2.1. Как показано в 1.1, управление ловом, промыслом и рыболовством наиболее эффективно и рационально при системном подходе, когда считают, что каждая из трех систем включает три подсистемы - управляющую, управляемую и поле управления.

1.2.2. При управлении ловом можно рассматривать систему управления объектом лова, орудием лова (рыболовной системой), а также общую систему управления ловом из систем управления объектом лова и орудием лова. В принципе возможна система управления внешней средой (полем управления), если оптимизируют условия внешней среды в процессе лова.

1.2.3. Система управления объектом лова включает технические средства лова как управляющую подсистему, объект лова как управляемую подсистему и часть водоема как поле управления. В простейшем случае существуют системы управления ловом с незамкнутой и замкнутой (с обратной связью) связью. В незамкнутой системе управляющие воздействия (они обозначены стрелками) идут от технических средств лова (орудия лова) через поле управления на объект лова. В замкнутой системе, кроме того, существует обратная связь, по которой от объекта лова (а иногда и от внешней среды) в управляющую подсистему поступает информация о текущем поведении и распределении объекта лова. Такая связь позволяет более обоснованно регулировать управляющие воздействия на объект лова и повышает эффективность управления объектом лова.

1.2.4. В системе управления орудием лова в качестве управляющей подсистемы выступают другие (кроме орудия лова) технические средства лова. Управляемой подсистемой является орудие лова. Полем управления служит пространство у орудия лова.

1.2.5. Управляющей подсистемой в системе управления промысла являются не отдельная промысловая единица, а все промысловые единицы в пределах рассматриваемого района промысла. В качестве управляемой подсистемы выступает объект лова во всей промысловой части водоема, а полем управления - вся промысловая часть водоема.

1.2.6. Система управления рыболовством содержит те же три подсистемы, что и системы управления промыслом. Однако система управления промыслом служит для добычи рыбы в некотором промысловом водоеме, а система управления рыболовством - для сохранения запасов на уровне, который обеспечивает их рациональную эксплуатацию в течение длительного времени.

Таким образом, системы управления лова, промыслом и рыболовством содержат одни и те же объекты (технические средства лова, объект лова, некоторую акваторию в водоеме), но в различных пространственных и временных границах. В

общем, отличается и цель управления ловом, промыслом и рыболовством.

Общий вид структурной схемы систем управления промыслом и рыболовством совпадает со структурной схемой системы управления ловом.

1.2.7. Все системы управления в промышленном рыболовстве содержат биологический объект, относятся к сложным (кибернетическим) системам с высокой степенью неопределенности протекающих в них процессов.

1.3. Основные понятия лова рыбы

1.3.1. Промышленное рыболовство - одна из отраслей рыбного хозяйства, которая занимается добычей животного и растительного сырья из водной среды.

1.3.2. К предметам труда в добывающей рыбной промышленности относятся различные виды рыб, морские млекопитающие, моллюски, ракообразные, иглокожие, водная растительность. Основную часть добычи составляет рыба. Это и определяет название добывающей отрасли.

1.3.3. Средствами труда в промышленном рыболовстве являются промысловые суда, промысловые механизмы, орудия лова. Их называют техническими средствами добычи рыбы и объединяют в рыболовную систему. Из средств труда лишь орудия лова служат непосредственно для вылова рыбы. Следовательно, орудия промышленного рыболовства - это орудия труда, предназначенные непосредственно для вылова (добычи) рыбы и нерыбных объектов из водоемов. Иногда из орудий лова выделяют физические средства повышения эффективности лова. Они являются источником или средством образования физических полей при лове рыбы с применением света, электрического тока, звука и других физических раздражителей.

1.3.4. Совокупность приемов и способов добычи рыбы называется технологическим процессом добычи рыбы. Этот технологический процесс по основным показателям совпадает с другими технологическими процес-

сами для производства (в нашем случае добычи) некоторой продукции. Представление процесса лова как технологического процесса позволяет широко использовать теорию технологических процессов (в т.ч. теорию операций) для анализа и оптимизации лова.

1.3.5. В зависимости от применяемых технических средств, в том числе их конструктивных особенностей, особенностей технологии лова добыча рыбы одним и тем же, орудием лова возможна различными способами. Таким образом, способы лова отличаются как техническими средствами, так и приемами выполнения операций лова.

При относительно небольшом количестве видов орудий лова существует очень много способов лова. Так, только крупных и мелких ловушек существует несколько тысяч видов, лов которыми часто отличается применением других технических средств и технологическими приемами.

Большим разнообразием отличаются способы лова трапами, крючковыми, объячеивающими и другими орудиями лова.

1.3.6. Как показано выше при изучении процесса лова полезно применять системный подход, считая технические средства добычи рыбы, объект лова и внешнюю среду в промысловом водоеме подсистемами системы управления процессом лова. Такая система содержит биологический элемент и относится к сложным кибернетическим системам. Из системного подхода к процессу лова следует, что основу лова составляет управление техническими средствами добычи рыбы и объектом лова и что основная задача науки и практики промышленного рыболовства заключается в оптимизации систем управления процессом лова и режима их работы.

Системный кибернетический подход к лову рыбы позволяет тесно и логично увязывать решение технических задач промышленного рыболовства с биологией объекта лова и условиями внешней среды, широко использовать при

этом идеи и методы фундаментальных наук (физики, математики, биологии, кибернетики и т.д.).

1.4. Основные этапы развития промышленного рыболовства

1.4.1. Первые орудия лова в виде копий, острог, крючков появились в доисторические времена. По-видимому, в тогда же стали применять орудия лова из дерева и других естественных материалов для постройки различного рода преград и ловушек. Лишь за несколько тысячелетий до новой эры были построены первые сетные орудия лова из волокнистых материалов.

До XV-XVI вв. рыбу ловили лишь во внутренних водах и у побережья морей в основном удочками, ставными и плавными сетями, сачками, подъемными сетями, закидными неводами, мелкими ловушками.

Новая эра в развитии рыболовства наступила в XVI-XVII вв., когда рыбаки на небольших судах стали выходить в море. Развитие рыболовства в открытом море привело к созданию таких орудий лова, как морские плавные (дрифтерные) сети, кошельковые невода, тралы. Важнейшими из них являются тралы, которые появились в 30х годах прошлого века.

1.4.2. К середине XIX в., по существу, были известны все сетные орудия лова, которые составляют основу современного промышленного рыболовства. С тех пор промышленного рыболовства в основном развивалось по пути совершенствования судов, разработки средств механизации и автоматизации лова, применения гидроакустических средств поиска и разведки рыбы, новых рыболовных материалов, увеличения размеров орудий лова и улучшения их конструкции, использования физических полей для повышения эффективности лова и т.д.

1.4.3. Развитие промыслового флота было связано в основном с увеличением размеров, мощности главного двигателя и автономности плавания судов, повышением их технической оснащенности. В последнее время, в том числе с

учетом энергетических затрат, более широким развитием прибрежного рыболовства увеличение размеров и мощности главного двигателя судна остановился. Все большее значение приобретает экономическая оценка промысла.

1.4.4. Современное промышленное рыболовство характеризуется высоким уровнем механизации. В морском рыболовстве механизированы все наиболее тяжелые и трудоемкие операции. Механизированы многие процессы добычи рыбы во внутренних водоемах. Перед промышленным рыболовством стоят задачи создания новых орудий и способов лова рыбы, предрасположенных к механизации, перехода от механизации отдельных операций лова к комплексной механизации. Не менее важной является задача увеличения числа автоматизированных операций лова и комплексной автоматизации различных видов лова.

1.4.5. Особое влияние на развитие промышленного рыболовства оказало появление гидроакустических средств поиска и разведки рыбы. Эхолоты и гидролокаторы способствовали переходу от «слепого» лова к прицельному, развитию лова рыбы в толще воды. На их основе были разработаны и внедрены гидроакустические приборы контроля работы орудий лова.

Важно значение гидроакустические средства приобрели в связи с оценкой численности и состава запасов, улавливающей способности орудий лова

1.4.6. Замена растительных материалов синтетическими позволила увеличить размеры орудий лова, повысить их долговечность, облегчить уход за ними и т.д. Стоит и будет стоять задача дифференцированного подхода к выбору синтетических материалов для различных орудий лова, их частей с учетом условий их работы.

1.4.7. Применение искусственных световых, электрических, акустических и других видов полей способствует повышению концентрации рыбы, уменьшению вероятности ее ухода из орудий лова, организации селективного лова. С использованием таких полей разработаны новые орудия и

способы лова рыбы, в том числе лов рыбы рыбонасосными установками, бортовыми и конусными подхватами.

Однако применение физических раздражителей для повышения эффективности лова не получило и, к сожалению, не получит того развития, которое ожидалось 25-30 лет назад.

1.4.8. Значительное влияние на развитие промышленного рыболовства оказывает наука. Научные основы промышленного рыболовства в 30-е годы заложил проф. Ф.И. Баранов.

В последующие годы благодаря трудам Ф.И. Баранова, его учеников и ряда зарубежных ученых особенно активно развивалось одно из научных направлений промышленного рыболовства - гидромеханика рыболовных орудий. Исследования в этой области позволили разработать методы определения нагрузок на орудия лова, их рабочей формы и размеров, методы моделирования орудий лова и т.д.

Для развития теории и практики промышленного рыболовства значение имеют работы в области механизации процессов промышленного рыболовства. Благодаря таким работам появились методы расчета и проектирования отдельных промысловых машин и механизмов, различных схем механизации, выработаны научно обоснованные рекомендации по промысловой и технической эксплуатации промыслового оборудования.

С расширением знаний о биологии объекта лова стало активно развиваться биотехническое направление промышленного рыболовства. Биотехнические исследования предусматривают широкое и всестороннее использование данных о рецепции, ориентации, поведении и распределении объекта лова для анализа и обоснования показателей орудий и способов лова рыбы.

В последнее время такие исследования опираются, прежде всего, на такие общенаучные дисциплины как теория управления, теорию информации, теория операций, теории эффективности, вероятностно - статистические методы, компьютерные и информационные технологии и т.д.

Широкое распространение получили исследования эффективности, качества, надежности, работоспособности, износа эффективности орудий лова, которые составляют основу нового эксплуатационного направления промышленного рыболовства на основе применения, прежде всего, вероятностно-статистических методов.

Получают развитие экологические и промыслово-экономические основы промышленного рыболовства

Развиваются научные направления промышленного рыболовства, связанные с оптимизацией управления промысловым флотом и промысловыми запасами рыб, на основе теории, операций, игр, теории массового обслуживания.

1.4.9. Дальнейшее развитие промышленного рыболовства тесно связано с состоянием сырьевых ресурсов морских и пресных водоемов, развитием теории рыболовства, как теоретической базы оценки запасов и управления запасами промысловых объектов.

Длительное время развитие науки в этой области было основано на применение эмпирических методов оценки запасов. Позже появились полуэмпирические и аналитические методы определения запасов, основанные на разработке различных математических моделей. С 50-х годов прошлого века получили развитие методы управления запасами, прежде всего, на основе регулирования, контроля и прогнозирования запасов. В последнее время появились способы теории рыболовства, которые предполагают оценку запасов и управления запасами рамках общей расчетной процедуры.

Исследования указывают на ограниченность биологических ресурсов сырья не только во внутренних, но и в открытых водоемах. Следовательно, трудно рассчитывать на увеличение уловов традиционных объектов в известных районах океанического рыболовства. Поэтому развитие океанического рыболовства будет связано в основном с освоением новых объектов лова (мезопелагических рыб, криля, кальмара, мелкого планктона, морских водорослей и т.д.), с совершенствованием способов лова разреженных скоплений в от-

крытых частях Мирового океана, освоением глубоководного лова.

1.5. Структура зоны орудий лова и других технических средств лова (рыболовной системы)

1.5.1. При лове рыбы технические средства и, прежде всего, орудие лова и промысловые суда, окружают пространство, в котором так или иначе сказывается их присутствие и это присутствие влияет на результат лова. Присутствие рыболовной системы влияет на лов прямо или косвенно.

1.5.2. Прямое влияние орудия лова проявляется в зоне облова орудия лова.

Под зоной облова понимают часть водоема, из которого рыба может быть поймана за некоторое время (например, за цикл лова) с вероятностью, отличной от нуля. Зона облова образуется за счет перемещения орудия лова, объекта лова или действия на объект лова физических полей. В зону облова условно входит и пространство внутри орудия лова, например, имеющего вид мешка.

1.5.3. Косвенное влияние рыболовной системы проявляется вне зоны облова орудия лова, если под действием рыболовной системы рыба уходит из первоначальной зоны облова. Например, при траловом лове под действием шумов судна и орудия лова рыба может погружаться или уходить в стороны из зоны облова. Также под действием шумов судна рыба может уходить из зоны облова при лове кошельковыми неводами. Иногда за пределами зоны облова находится часть зоны действия физических полей орудий лова и судна. Так, при траловом лове действие акустических и гидродинамических полей судна, ваеров, траловых досок, кабелей, оболочки трала частично располагается за пределами зоны облова.

1.5.4. Результат прямого и косвенного влияния рыболовной системы проявляется в некотором пространстве, которое назовем зоной орудия лова (рыболовной системы). Такое пространство объединяет зону облова и зону косвенного действия технических средств лова.

Практически зона рыболовной системы часто совпадает с зоной облова, или условно считают, что они совпадают (при слабом влиянии косвенного влияния технических средств лова на эффективность лова).

Иногда положение и размеры зоны облова выбирают с учетом положения и размеров зоны орудия лова. Так, при разноглубинном траловом лове рыба в естественных условиях может находиться на одной глубине. На этой же глубине должна располагаться зона облова и основная часть зоны орудия лова. Но под влиянием шумов судна рыба может погружаться на 10-15м. Соответственно, при наведении трала положение зоны облова, горизонт лова и положение орудия лова выбирают с учетом нового положения объекта лова и зоны орудия лова.

1.5.5. Рассмотрим здесь структуру зоны орудия лова только в пределах зоны облова, где эта структура имеет наибольшее значение, считая зону облова некоторым объемом.

1.5.6. Наибольшее значение имеет деление зоны облова на этапы лова, которые обычно соответствуют некоторым участкам зоны облова. Каждому этапу соответствует довольно определенное пространство зоны облова, связанное обычно с определенными элементами рыболовной системы. Участки отличаются условиями внешней среды, поведением и распределением объектом лова, путями ухода рыбы из зоны облова, особенностями управления объектом лова. Например, при лове ставными неводами можно выделить этапы (участки зоны облова), соответствующие перемещению рыбы у крыла невода, при входе во двор, во дворе невода, при входе в садки, в самих садках.

При лове подвижными орудиями лова, например, как при лове тралами, участки зоны облова перемещаются вместе с элементами рыболовной системы.

Кроме участков зоны облова, которые существуют непосредственно в процессе лова, полезно рассматривать этап (участок) естественного распределения и поведения рыбы, который располагается перед зоной облова. Например,

при траловом лове участок естественного поведения и распределения рыбы находится перед судном на таком расстоянии, где физические поля траловой системы еще не действуют и в последующем становится зоной облова. При лове ставными сетями участок естественного поведения и распределения рыбы располагается перед зоной обнаружения сети объектом лова и присутствие сети пока на него не влияет.

После деления зоны облова на этапы (участки) на каждом из них определяют

- картину физических полей и контактных воздействий (естественного и искусственного происхождения);
- особенности поведения и распределения объекта лова;
- возможные пути ухода рыбы из зоны облова и возможную вероятность ухода;
- факторы, которые влияют на вероятность ухода и возможные пути снижения вероятности ухода.

Эти данными должны быть достаточными для разработки приближенной математической модели лова для этого этапа.

Особенно внимательно рассматривают этап естественного поведения и распределения рыбы. Характеристика объекта лова на этом этапе позволяет оценить целесообразность лова вообще, выбрать вид лова и его параметры.

Деление зоны облова на этапы (участки) является обязательным условием подробного анализа любого вида лова, разработки для него математических моделей лова, определения оптимальных параметров лова.

1.5.7. В зоне облова можно выделить часть пространства, в котором на рыбу действуют физические поля или контактные воздействия рыболовной системы. Будем называть это пространство зоной действия рыболовной системы. Зона действия характеризуется размерами, формой, структурой, которые зависят от показателей физических полей, особенностей их действия на рыбу, в т.ч. пороговой чувствительности рыбы к полю.

Для неподвижных орудий лова зона действия не перемещается, а для подвижных - изменяет свое положение с учетом особенностей перемещения рыболовной системы. Если орудие лова перемещается, то под зоной действия понимают объем водоема, который был охвачен зоной действия за рассматриваемый промежуток времени, например, за цикл лова.

Зона действия не только изменяет положение, но в общем случае меняет размеры, форму и структуру при изменении параметров источников физических полей, состояния объекта лова, условий внешней среды.

Так, зона действия сетной стенки часто определяется дальностью видимости, которая зависит от ее окраски, освещенности и прозрачности воды в водоеме, контрастной чувствительности глаза рыбы. В свою очередь контрастная чувствительность глаза рыбы зависит от вида рыбы и от освещенности в водоеме. Таким образом, зона действия сетной стенки в основном зависит от вида рыбы, переменной освещенности в водоеме и прозрачности воды.

Размеры, форма и структура зоны действия гидродинамического поля оболочки передней части трала зависит в основном от сплошности оболочки, угла ее атаки, скорости траления, освещенности в водоеме, пороговой чувствительности рыбы к действию гидродинамических скоростей и давлений оболочки. Очевидно, все эти факторы изменяются в пространстве и времени и вызывают колебания параметров зоны действия оболочки.

1.5.8. Физические поля и контактные воздействия в зоне действия рыболовной системы оказывают различное влияние на эффективность лова. По этому признаку зону действия делят на зону управляющих, нейтральных и отрицательных воздействий.

1.5.9. В зоне управляющих воздействий физические поля и контактные воздействия способствуют выполнению задач управления. В пределах этой зоны возможно управление различными способами, перечисленными выше способами (с использованием направляющих, задерживающих и других функций). Особо следует отметить способ управления по

принципу наименьшего воздействия. Этот способ, в отличие от других, наиболее эффективен при наименьшем воздействии на объект лова физических полей.

Например, наименьший уход рыбы из передней части трала наблюдается, когда рыба не обнаруживает физические поля оболочки трала.

1.5.10. В зоне нейтральных воздействий физические поля в зоне облова не способствуют, но и не препятствуют выполнению задач управления объектом лова. Это связано с неподходящими параметрами полей, их неблагоприятным расположением в зоне облова, отсутствием реакции рыбы на некоторые виды полей и т.д. К зоне нейтральных воздействий относят также зону обнаружения рыбой поля на границе поля; зону ориентировочной реакции, в которой рыба выясняет свое отношение к полю; участки зоны облова, в которых практически не бывает рыбы и т.д.

1.5.11. Зона отрицательных воздействий препятствует выполнению задач управления, в которой обычно у рыбы возникает реакция, которая способствует уходу рыбы из зоны облова. Такая реакция может быть вызвана неудачным неблагоприятными параметрами физических полей или их расположения в зоне орудий лова. Особенно большое значение отрицательные контактные воздействия, например, при объеживании, и отцеживании при несоответствии размера ячеи биометрическим характеристикам объекта лова.

1.5.12. В процессе лова размеры и форма участков управляющих, нейтральных и отрицательных воздействий в общем изменяются. Они могут появляться и исчезать, а для нестационарных орудий лова - перемещаться вместе с ними.

1.5.13. Прежде всего, при использовании физических средств повышения эффективности лова (физических раздражителей) имеет значение деление зоны действия физических полей с учетом биологической значимости раздражителя. В общем случае по мере удаления от источника поля различают зону безусловной реакции, зону условной реакции, зону ориентировочной реакции и зону обнаружения. В свою очередь, зону безусловной и условной реакции можно раз-

бить на ряд участков, которые соответствуют тому или иному состоянию или поведению рыбы. Например, на участке безусловного действия постоянного электрического поля можно выделить участки возбуждения, анодной реакции и электронаркоза.

Деление зоны условной реакции на участки по рассматриваемому признаку зависит не только от вида и параметров поля, но и от отношения рыбы к раздражителю. Например, для одних видов рыб искусственный свет служит пищевым сигналом, сигналом ухода от опасности и вызывает положительную реакцию. Для других тот же свет вызывает оборонительную реакцию или не имеет определенного сигнального значения.

1.5.4. У элементов сетных орудий лова в общем случае также выделяют зону безусловной, условной, ориентировочной реакции и зону обнаружения. Однако чаще у таких элементов различают зону ориентировочной реакции и зону обнаружения.

1.6. Принцип действия и классификация орудий и способов лова рыбы

1.6.1. Известно большое количество орудий и способов лова рыбы, которые отличаются по принципу действия. Так при лове тралами буксируют орудие лова в виде мешка, который улавливает часть рыбы на пути движения. При лове кошельковыми неводами орудие лова в виде сетной стенки охватывает часть водоема и затем орудие лова с рыбой, если она не ушла из охваченного пространства, выбирают на борт судна. При лове ставными сетями в виде сетной стенки рыба подходит к неподвижному орудию лова и объеживается (удерживает) часть рыбы. При лове рыбонасосными установками рыба попадает в световое поле искусственных источников, привлекается к источникам света у залавливающего устройства рыбонасоса и частично залавливается и т.д.

1.6.2. Несмотря на очевидное различие принципов добычи рыбы отдельными орудиями и способами лова, можно выделить два общих признака лова. В соответствии с первым

признаком орудие лова должно образовать зону облова, из которой, как показано выше, рыба может попасть в улов с вероятностью отличной от нуля. В соответствии со вторым признаком рыба из зоны облова должна быть частично поймана (удержана).

Оба признака в совокупности характеризуют принцип действия любого орудия лова. Они же являются двумя классификационными признаками, по которым орудия лова можно делить на классификационные группы.

1.6.3. Рассмотрим сначала основные способы образования зоны облова (обловленного пространства водоема).

Образование зоны облова возможно в результате:

- поступательного перемещения орудия лова (тралы, погружные подхваты и т.д.);
- охвата орудием лова некоторой части водоема (кошельковые невода, обкидные сети и т. д.);
- поступательного перемещения орудия лова и охвата им некоторой части водоема;
- перемещения рыбы в зону орудия лова (ставные, стационарные ловушки и т.д.);
- действия на рыбу стационарных и нестационарных физических полей средств повышения эффективности лова (световых, электрических, акустических полей и т.д.), как при лове рыбонасосными установками;
- комбинацией перечисленных способов образования обловленного пространства.

Так при лове речными плавными сетями по течению перемещается сеть, а навстречу ей перемещается рыба. При лове речными закидными неводами в общем случае поступательно перемещается и охватывает часть акватории невод; одновременно в незамкнутый невод против течения может поступать рыба. При лове рыбонасосными установками и конусными подхватами зону облова создает световое поле источников; кроме того, рыба может попадать в освещенную зону, например, в результате сноса течением.

1.6.4. В общем случае, в зависимости от особенностей способа лова и условий лова отдельных орудий лова зона облова иногда образуется разными способами. Например, при лове речными закидными неводами рыба может не перемещаться в охваченное неводом пространство, а при лове рыбонасосными установками - не поступать в освещенную зону. Соответственно, одно и то же орудие лова может в некоторых случаях относиться различным классификационным группам.

1.6.5. Как следует из приведенной классификации, образование зоны облова возможно перемещением орудия лова, перемещением рыбы в зону орудия лова, образованием зоны облова физическим полем и управления рыбой в этой зоне. Соответственно, способы образования зоны облова связаны с особенностями управления орудием лова и объектом лова.

1.6.6. Значительно сложнее классификация орудий лова по второму классификационному признаку, т.е. с учетом удержания рыбы в зоне облова.

Удержание рыбы в зоне облова любыми орудиями непосредственно связано с уходом рыбы из зоны облова. Но, как правило, таких путей и способов ухода несколько.

1.6.7. Чтобы определить такие пути и способы, целесообразно выделять этапы лова, которые обычно соответствуют некоторым участкам зоны облова и служат в нашем случае классификационными признаками способа лова. Например, при лове разноглубинными тралами рыба уходит из возможной зоны облова в основном при приближении судна, из предутьевого пространства трала, через оболочку передней части трала, путем обратного выхода из передней части трала, через ячеи тралового мешка. При лове ставными неводами рыба уходит различными путями от крыла невода, от входа во двор, из двора невода, из садков.

Соответственно, для каждого этапа можно установить некоторые способы частичного или полного удержания рыбы при уходе рыбы промысловых размеров и видов из зоны облова тем или иным путем. Так при лове разноглубинными

тралами повысить удержание рыбы в предустьевом пространстве трала можно, увеличивая размеры устья трала и скорость траления, в передней части трала - уменьшением сплошности оболочки передней части трала и оптимизацией скорости траления, в траловом мешке - выбором размера ячеи мешка и т.д.

1.6.8. Способы удержания рыбы в зоне облова, в т. ч. в орудии лова, связаны с особенностями действия на рыбу физических полей и контактных воздействий, а также перемещения орудия лова.

1.6.9. Для классификации способов ухода рыбы из зоны облова и удержания рыбы в зоне облова орудий лова целесообразно воспользоваться классификацией видов и способов управления объектом лова и орудием лова.

Наиболее общей и понятной является классификации способов ухода рыбы из зоны облова и удержания рыбы в этой зоне с учетом способов управления объектом лова. По этому признаку различают управление объектом лова с использованием задерживающих, направляющих и дезориентирующих функций физических полей и контактных воздействий, путем изменения двигательной активности, по принципу наименьшего воздействия, путем уменьшения влияния на рыбу вредных посторонних воздействий. Удержание рыбы в зоне облова связано с проявлением одновременно или последовательно одного или нескольких перечисленных способов управления объектом лова. Например, чтобы рыба не уходила через оболочку передней части трала, оболочка должна выполнять одновременно направляющие и задерживающие функции. При отцеживании рыбы сетное полотно выполняет задерживающие функции по отношению к рыбам всех или только некоторых видов и размеров.

1.6.10. Классификация способов ухода из зоны облова и удержания рыбы в зоне облова с учетом управления объектом лова зависит не только от способов управления с применением физических полей и контактных воздействий, но и от вида и параметров физических полей и контактных воздей-

ствий, особенностей взаимодействия объекта лова со средствами лова и внешней средой и т.д.

1.6.11. Классификационными признаками способов ухода из зоны облова и удержания рыбы в зоне облова могут быть также особенности перемещения орудий лова и физических полей. Например, вероятность удержания рыбы в зоне облова зависит от скорости поступательного перемещения рыбы, особенностей охвата акватории сетной стенкой, положения сетной стенки в толще воды, относительно скопления рыб, дна и поверхности воды и т.д.

1.6.12. Общее число классификационных признаков, связанных с удержанием рыбы в зоне облова и уходом рыбы из зоны облова для известных орудий и способов достигает нескольких сотен.

Соответственно, практически сложно составить общую классификацию орудий лова с учетом всех классификационных признаков по способу образования обловленного объема и с учетом особенностей ухода рыбы из зоны облова.

1.6.13. При практическом использовании классификации целесообразно составлять упрощенные структурные схемы классификационных признаков для отдельных видов лова. Такая упрощенная схема для способов разноглубинного тралового лова приведена на рис. 1.1 Аналогично можно составить схемы классификационных признаков для лова других орудий лова. Более того, для одного и того же орудия и способа лова можно составить различные схемы, принимая во внимание иные классификационные признаки.

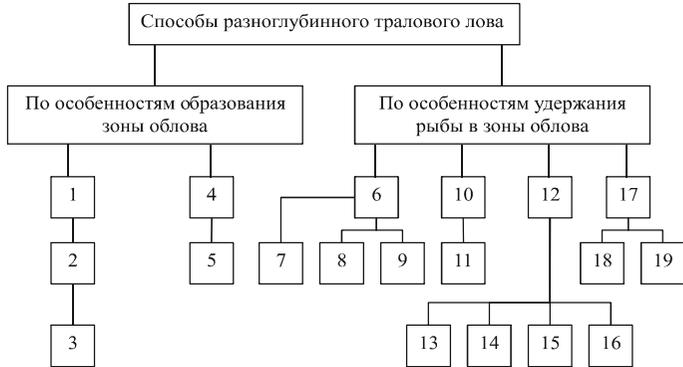


Рис.1.1 Классификационные признаки способов лова разноглубинными тралами: 1 - при управлении орудием лова; 2 - путем поступательного перемещения трала; 3 - при постоянной скорости траления; 4 - при управлении объектом лова; 5 - путем использования задерживающих и направляющих функций гидродинамических полей (вихревых шлейфов) траловых досок; 6 - в предустьевом пространстве трала; 7 - путем регулирования скоростью траления; 8 - путем регулирования параметров устья трала; 9 - по принципу наименьшего воздействия световых и гидродинамических полей элементов устья трала; 10 - в передней части трала при обратном выходе из трала; 11 - путем регулирования скорости траления; 12 - в передней части трала при выходе через оболочку трала; 13 - путем регулирования скорости траления; 14 - путем изменения структуры оболочки; 15 - путем изменения сплошности оболочки; 16 - путем регулирования дальности и степени видимости оболочки; 17 - в траловом мешке; 18 - путем регулирования параметров сетного полотна тралового мешка (размера ячеи, диаметра нитевидного материала, относительного рабочего удлинения ячеи); 19 - путем изменения конструкции тралового мешка (показателей покрытия, системы пожилин и т.д.).

1.6.14. Несмотря на рассмотренные общие принципы разработки новой классификации способов лова, такие классификационные схемы даже для одного способа лова могут несколько отличаться друг от друга по структуре, полноте и сложности, в зависимости от конкретного назначения схемы. Особенно такие схемы полезны при разработке математиче-

ских моделей производительности или уловистости орудий лова.

1.6.15. Кроме сложной классификации способов лова по многим классификационным признакам удержания рыбы в зоне облова, полезна простая классификация по способу образования зоны облова и основному способу удержания рыбы в зоне облова. К таким способам удержания рыбы относятся объеживание и отцеживание рыбы сетным полотном, захват ловушкой, зацепление крючком, всасывание рыбы гидродинамическим полем рыбонасосной установки. Такая классификация (назовем ее условно классификацией орудий лова) приведена в табл. 1.1.

Классификация орудий и способов лова с учетом основных особенностей образования зоны облова и удержания рыбы в зоне облова.

Таблица 1.1

По особенностям удержания рыбы в зоне облова	По особенностям образования зоны облова			
	Стационарные орудия	С изменением положения орудия лова	С изменением формы орудия лова	С изменением положения и формы орудия лова
Объеживание	Сети ставные, дрейфтерные	Сети речные плавные		Сети с принудительной тягой
Отцеживание		Тралы, подхваты кроме бортовых	Невода кошельковые, подхваты бортовые	Невода закидные, донные
Ловушка	Невода ставные, мелкие ловушки	Ловушки подвижные		

Зацепление крючком	Яруса горизонтальные	Яруса вертикальные, удочки		
Всасывание	Рыбонасосы со стационарным ЗУ	Рыбонасосы с подвижным ЗУ		

Приведенная в табл. 1.1 классификация соответствует случаю, когда зона облова в процессе лова образуется одним способом. Однако часто такая зона образуется несколькими способами путем перемещения орудия лова по различным законам и перемещения рыбы в зону облова.

Например, при лове закидными и донными неводами зона облова в общем случае образуется путем охвата неводом некоторой части водоема, поступательного перемещения невода и поступления рыбы в охваченное неводом пространство. При лове речными плавными сетями зона облова часто образуется путем сплывания сети по течению и перемещения рыбы против течения и т.д.

Соответственно, во многих случаях в зависимости от особенностей способа лова одно и то же орудие лова входит в различные классификационные группы.

Рассмотренная классификация способов лова основана, прежде всего, на анализе управления орудием лова и рыбой в процессе лова и служит для решения биотехнических задач промышленного рыболовства, в т.ч. для анализа и оптимизации лова на основе разработки математических моделей производительности лова.

1.6.16. На практике часто применяют очень простую классификацию орудий лова с учетом только основного принципа удержания рыбы орудием лова. Поэтому классификационному признаку орудия лова делят на 5 классов - объецаивающие, отцеживающие, ловушки, крючковые, рыбонасосные установки. Внутри классов орудия лова делят на группы по способу осуществления принципа действия, а

внутри групп на виды с учетом конструктивных особенностей орудий лова или способов их применения.

Так отсеживающие орудия лова делят на тралы, кошельковые невода, донные невода, закидные невода, подхваты.

Объеживающие орудия лова делят на ставные, речные плавные, морские плавные (дрифтерные), обкидные.

Ловушки делят на открытые сверху (ставные невода) и закрытые сверху (мелкие ловушки).

Крючковые орудия лова делят на удочки, троллы, горизонтальные яруса, вертикальные яруса.

Рыбонасосные установки делят на всасывающие и нагнетающие.

Таким образом, классификация орудий лова только по основному способу удержания рыбы является частным случаем классификации способов лова по двум классификационным признакам.

1.7. Математические модели общего принципа лова рыбы

1.7.1. Рассмотренный принцип действия орудий и способов лова рыбы можно записать в виде математической модели. Для этого будем считать результирующим показателем улов Y . В соответствии с первой частью принципа действия величина улова зависит от обловленного пространства водоема и концентрации рыбы в этом пространстве. С учетом второй части принципа действия улов зависит от удерживающей способности орудия лова.

1.7.2. Будем считать, что обловленное пространство водоема одним или несколькими промысловыми единицами характеризуется обловленным объемом V , плотность концентрации рыбы в обловленном объеме водоема ρ . Удерживающую способность орудия лова принято характеризовать коэффициентом уловистости φ как отношения улова к количеству рыбы в обловленном пространстве. Тогда

$$Y = \rho V \varphi. \quad (1.1)$$

В этом выражении ρV характеризует первую часть принципа действия, а ϕ - вторую.

Уравнение (1.1) принято называть также основным или общим уравнением лова рыбы.

Уравнение (1.1) можно записать через число n_c однородных промысловых единиц, работающих в одинаковых условиях, и время производительной части лова t .

$$Y = \rho V \phi = \rho \phi V_1 n_c t, \quad (1.2)$$

где V_1 - обловленный каждой промысловой единицей объем в единицу времени производительной части лова (промысловая мощность по обловленному объему).

1.7.3. В выражениях (1.1) и (1.2) обловленный объем водоема и коэффициент уловистости зависят от некоторых параметров лова. Так, из математической модели производительности разноглубинного тралового лова следует, что обловленный объем является функцией мощности главного двигателя судна, площади устья трала, скорости траления и т.д.

1.7.4. Коэффициент уловистости является обобщенным показателем удавливающей способности, который характеризует вероятность ухода рыбы различными путями. Соответственно доля ушедших из орудия лова различными путями рыб

$$p = 1 - \phi. \quad (1.3)$$

Тогда, например, выражение (1.1) можно записать в следующем виде:

$$Y = \rho V (1 - p) \quad (1.4)$$

В отличие от коэффициента уловистости общую вероятность ухода рыбы из зоны облова p можно выразить через вероятности ухода рыбы из зоны облова различными путями p_i . В простейшем случае p при одновременном уходе рыбы из зоны облова несколькими путями равен $\sum p_i$. Более подробно способы определения p через p_i для различных орудий и способов лова рассмотрены в последующих главах.

1.8. Область применения орудий и способов лова рыбы.

1.8. Из рассмотренной классификации орудий и способов лова рыбы можно сделать вывод об ограниченном числе существующих видов орудий лова. Из них промышленное значение имеют 12-15 видов, но существует очень большое количество способов лова.

Эти орудия и способы лова в совокупности позволяют ловить рыбу в самых разнообразных существующих на практике условиях лова.

1.8.2. Орудия лова каждого вида способны эффективно работать лишь в достаточно определенных условиях поведения и распределения объекта лова, условий внешней среды.

К показателям поведения и распределения объекта лова относятся положение относительно дна и поверхности воды, плотность, размеры, подвижность.

Основными условиями внешней среды являются размеры акватории и глубина водоема, условия зрительной ориентации, скорость течения, характер грунта.

Иногда область применения орудия лова ограничивает энергоемкость лова и невысокая производительность лова.

1.8.3. Чем шире диапазон значений всех или некоторых из перечисленных показателей, в котором успешно работает орудие лова, тем шире область его применения, больше значение орудия лова.

Так, очень широкая область применения тралов обусловлена их применением в достаточно больших водоемах от дна и поверхности воды, на скоплениях различных размеров и плотности, в различных условиях зрительной ориентации. Соответственно, лов тралами является основным в морских водоемах, Несколько ограничивает применение тралов большая подвижность рыбы и скорость течения, плохой грунт.

Кошельковые невода применяют в основном при лове косячной рыбы в поверхностных слоях воды. Ограничивает применение этих орудий лова также большая подвижность рыбы.

Несмотря на непрерывность лова, очень ограничено применение рыбонасосных установок, которые успешно работают в основном при лове мелкой рыбы с хорошей положительной реакцией на свет.

Сравнительно ограниченная область применения крючковых орудий лова обусловлена обычно низкой производительностью лова. В то же время этими орудиями лова, в отличие от других орудий лова добывают крупную рассеянную рыбу в малодоступных местах, где работать другими орудиями лова. Область применения закидных неводов, ловушек, иногда сетей ограничивает необходимость перекрывать этими орудиями водоем от дна до поверхности и небольшая возможная высота орудий лова.

1.8.5. Как отмечено выше, область применения того или иного орудия лова зависит от 8-10 основных факторов (в общем n факторов), определяющих поведение и распределение объекта лова, условия внешней среды и т.д.

Соответственно, области применения различных орудий лова можно изобразить графически в n -мерном с учетом n значимых факторов и диапазона значений по каждому фактору. К сожалению, такое представление области применения орудий лова ненаглядно. Чтобы сделать такое представление более наглядным можно ограничиться 2-3 важнейшими факторами и изобразить области применения орудий лова в 2-х - 3-х - мерном пространстве. Так, область применения некоторых орудий лова можно оценить, откладывая в 2-х мерном пространстве по оси ординат глубину водоема от поверхности воды до дна, а по оси абсцисс плотность концентрации рыбы. Откуда несложно оценить относительную область применения с учетом этих факторов тралов, кошельковых и донных неводов, ярусов.

1.8.6. Поведение и распределение объекта лова, условия внешней среды определяют выбор не только вида орудия лова, но его конструктивных особенностей, режима работы. Так, основные размеры орудий лова обычно соответствуют размерам облавливаемых скоплений, размерам и глубине во-

доема в месте лова, иногда степени подвижности и доступности рыбы.

Размеры и форму частей орудий лова часто принимают с учетом поведения и распределения рыбы на отдельных этапах лова, скорости и длительности перемещения рыбы в том или ином направлении, дальности реакции рыбы на элементы орудий лова.

Конструктивные особенности орудий лова, параметры других технических средств, особенности операций лова, которые являются классификационными признаками способов лова, обычно лишь в небольшой степени влияют на область применения орудия лова. В то же время они в значительной степени влияют на эффективность лова и требуют оптимизации.

1.9. Нормативная документация в промышленном рыболовстве

1.9.1. Основным нормативным законом промышленного рыболовства

является федеральный закон о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов от 20 декабря 2004 г. за № 166-ФЗ.

1.9.2. В общих положениях закона, прежде всего, установлено около 20 основных понятий рыболовства, рыбоводства и охраны водных биологических ресурсов. К ним относятся такие понятия, как рыболовство, промышленное рыболовство, прибрежное рыболовство, любительское и спортивное рыболовство, общий допустимый улов, квота вылова, рыбоводство, промышленное рыбоводство (аквакультура) и т.д.

Далее рассмотрены принципы законодательства о водных биоресурсах РФ, которые относятся в основном к внутренним рыбохозяйственным водоемам РФ. К таким принципам можно отнести:

- учет значения водных биоресурсов как основы жизни и деятельности человека;

- приоритет сохранения водных биоресурсов и их рационального использования перед использованием водных биоресурсов как объектов права;
- приоритет сохранения особо ценных видов водных биоресурсов и установление дифференцированного правового режима таких ресурсов с учетом их биологических и других особенностей;
- предоставление в пользование водных биоресурсов гласно и открыто;
- платность использования водных биоресурсов за исключением отдельных случаев и т.д.

В статье «Законодательство о водных биоресурсах» подчеркнуто, что такое законодательство состоит из рассматриваемого закона и других федеральных законов и законов субъектов РФ, указов Президента РФ, постановлений Правительства РФ, нормативных правовых актов федеральных органов власти, органов исполнительной власти субъектов Федерации и органов самоуправления.

Общие положения закона содержат статьи о международных договорах РФ в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов, законодательства о водных биоресурсах. Отмечено также, что участниками отношений в области водных биоресурсов являются Российская Федерация, субъекты РФ, муниципальные образования, юридические лица и граждане.

1.9.3. В главе «Права на водные биоресурсы» указано, что водные биоресурсы в основном находятся в федеральной собственности, но обитающие в обособленных водоемах могут находиться также в собственности субъектов РФ, муниципальной и частной собственности. Подробно прописано, когда наступают ограничения и прекращение права пользования водными биоресурсами.

1.9.4. В главе «Рыболовство» перечислены виды рыболовства (промышленное, в т.ч. прибрежное; рыболовство в научно-исследовательских целях, в целях рыбоводства, любительское и спортивное; рыболовство в целях обеспечения традиционного образа жизни). Рассмотрены особенности ве-

дения различных видов рыболовства при ограничении и без ограничения вылова, индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами. Подчеркнуто, что лов рыбы производится в соответствии с правилами рыболовства.

Особое значение в этой главе имеет перечень ограничений рыболовства:

- запрет или закрытие рыболовства в определенных районах промысла и в отношении отдельных видов водных биоресурсов;
- минимальный размер и вес вылавливаемых водных биоресурсов;
- разрешаемые орудия и способы лова;
- размер ячеи и другие конструктивные особенности орудий лова;
- разрешенный по массе и составу прилов рыб определенных размеров, видов и пола;
- общие допустимые годовые уловы и квоты добычи водных биоресурсов для отдельных видов рыболовства, районов, сезонов и объектов лова;
- ограничение на вылов редких и исчезающих видов водных биоресурсов;
- распределение районов и периодов промысла между группами промысловых единиц, которые отличаются видами и конструктивными особенностями орудий лова;
- количество и типы промысловых единиц, которые одновременно работают в одном районе промысла;
- максимальный и минимальный вылов на одну промысловую единицу;
- время начала и периоды промысла.

Кроме того, возможны другие ограничения на промысел, установленные федеральными законами ограничения рыболовства.

Предусматривается в отдельных случаях изъятие и переход от одного лица к другому долей в общем объеме квот.

1.9.5. В гл. 4 Федерального закона о рыболовстве описаны правила выдачи разрешения на добычу водных биоресурсов для различных видов рыболовства. Здесь рассмотрены особенности продажи квот добычи водных биоресурсов на аукционах, порядок выдачи договора пользования рыбопромысловым участком, проведения конкурсов на право заключения договора.

1.9.6. Пятая глава посвящена государственному мониторингу (контролю) водных биоресурсов как системы регулярных наблюдений за распределением, численностью запасов, воспроизводством водных биоресурсов, а также за средой их обитания. Контроль производится в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами РФ.

1.9.7. В шестой главе рассмотрены мероприятия по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания:

- рыбохозяйственная мелиорация водоемов;
- искусственное воспроизводство водных биоресурсов;
- акклиматизация водных биоресурсов;
- требования к качеству воды и водному режиму водных объектов рыбохозяйственного назначения.
- требования к рыбохозяйственным и рыбохозяйственным заповедным зонам, на территории которых ограничена или запрещена хозяйственная и иная деятельность;
- требования к хозяйственным и иным объектам, влияющим на состояние водных биоресурсов.

1.9.8. Наконец, в седьмой главе рассмотрены особенности разрешения споров в области рыболовства и сохранения биоресурсов, ответственности за совершение правонарушений в этой области.

1.9.9. Конкретные нормы охраны водных биоресурсов и регулирования рыболовства содержат правила рыболовства, утверждаемые на федеральном уровне.

В настоящее время в бассейнах действует более 30 правил рыболовства разработанных по рекомендациям НИИ рыбного хозяйства и органов рыбоохраны. Одна группа правил охватывает один водоем. Другая группа правил распространяется на два и более водоемов. Третья группа правил охватывает территориальные и внутренние морские воды РФ, реки, озера и другие рыбохозяйственных водоемы.

Правила рыболовства содержат некоторые ограничения лова.

1.9.10. Как и в других отраслях промышленности, в промышленном рыболовстве существует система нормативно-технической документации, которая устанавливает комплекс норм, правил, требований к техническим средствам добычи рыбы, их проектированию, постройке и эксплуатации.

1.9.11. Определяющими нормативно-техническими документами являются общие технические условия и технические условия на отдельные виды сетных орудий лова. Эти документы устанавливают требования к орудиям лова при их проектировании, постройке и эксплуатации. В них указаны общие требования к орудиям лова, требования к их основным типам и размерам, к конструкции, комплектности, маркировке, упаковке, правила приемки и методы контроля готовых орудий лова на фабрике постройки орудий лова, особенности транспортирования и хранения орудий лова.

1.9.12. Для грамотной эксплуатации орудий лова необходимо знать содержание конструкторской документации на сетные орудия рыболовства. Она включает ОСТ «Общие требования», «Условные изображения и обозначения сетеснастных соединений» и ОСТы на отдельные виды орудий лова - тралы, кошельковые, закидные и ставные невода, дрейфтерные порядки и т.д.

В ОСТе «Общие требования» приведены правила оформления конструкторской документации, характерные для всех орудий лова. В нем дан перечень конструкторских документов (чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации и т.д.), правила оформления чертежей и спецификаций,

стадии разработки конструкторской документации (техническое задание, техническое предложение, технический проект, разработка рабочей документации), допустимые сокращения слов на спецификациях и чертежах, условные обозначения сетеснастных материалов, изделий и деталей промыслового вооружения.

В ОСТе «Условные изображения и обозначения сетеснастных соединений» даны условные изображения и обозначения соединений и укреплений, которые выполняются съязчеиванием, шворочным швом, посадкой и т.д.

В ОСТах на отдельные орудия лова, прежде всего, регламентируют наименование орудия лова. В этих же ОСТах указано, какие показатели приводят в технической характеристике орудия лова (тип судна, объект лова, размеры основных частей орудия лова, размер ячеи, масса орудия лова, скорость перемещения и т.д.). В таких ОСТах даны состав чертежей орудия лова и особенности их выполнения (нанесение размеров, условных обозначений и т.д.).

Известны также ОСТы на отдельные элементы оснастки орудий лова - грузила, кухтылы, бобинцы, неводные кольца и т.д.

1.9.13. Соблюдение требований отраслевых стандартов на рыболовные материалы, отраслевых технологических инструкций по постройке орудий лова, перечисленных выше технических условий на сетные орудия лова и конструкторской документации обеспечивает качество орудий лова. Этому же способствует соблюдение государственных стандартов, определяющих качество и надежность продукции. Комплектность и правила составления эксплуатационных и ремонтных документов на сетные орудия рыболовства устанавливает ОСТ «Эксплуатационные и ремонтные документы сетных орудий рыболовства». В комплект эксплуатационных и ремонтных документов входят техническое описание орудия лова, инструкции по его эксплуатации, формуляр или паспорт, руководство по ремонту, некоторые нормативные документы.

1.9.14. Кроме стандартов, в рыбохозяйственных организациях разрабатывается и другая нормативно-техническая документация, которая регламентирует орудия и способы лова рыбы с учетом конкретных условий промысла.

1.9.15. Важное значения для проектирования орудий лова в современных условиях и современном уровне имеет разработанные на кафедре промышленного рыболовства АГТУ (Мельников В.Н., 1982) «Требования к разработке технической документации при проектировании орудий лова», которые изложены в этой книге.

Контрольные вопросы к главе 1

1. Назовите 3 области промышленного рыболовства и 4 функции управления в каждой области.
2. Какие задачи соответствуют функциям организации, регулирования и контроля в области лова рыбы?
3. Какие задачи соответствуют функциям организации, регулирования и контроля в области промысла рыбы?
4. Какие задачи соответствуют функциям организации, регулирования и контроля в области рыболовства?
5. Рассмотрите структурные схемы систем управления ловом, промыслом и рыболовством, их общие и отличительные признаки.
6. Каковы место и роль промышленного рыболовства среди отраслей рыбной промышленности?
7. Что относится к предметам труда в промышленном рыболовстве?
8. Перечислите средства труда в промышленном рыболовстве.
9. Прочему процесс лова называют технологическим процессом?
10. Какие признаки характеризуют способ лова?
11. Какова роль управления техническими средствами добычи рыбы в процессе лова?

12. Почему систему управления ловом рыбы, промыслом и рыболовством считают кибернетическими системами.
13. Что такое зона облова и зона орудия лова?
14. По каким признакам зону орудия лова делят на участки зоны облова (этапы лова)?
15. Что такое зона действия физических полей и контактных воздействий орудия лова?
16. По каким признакам зону действия физических полей и контактных воздействий делят на участки управляющих, нейтральных и отрицательных воздействий?
17. Назовите два признака при определении общего принципа действия орудий лова.
18. Назовите основные способы образования зоны облова.
19. По каким признакам можно разделить способы удержания рыбы в зоне облова?
20. Рассмотрите классификацию способов лова тралами по способу образования зоны облова и удержания рыбы в зоне облова в соответствии с рис. 1.1.
21. Рассмотрите общую классификацию способов лова по способу образования обловленного объема и основным способам удержания рыбы в зоне облова. В соответствии с табл. 1.1.
22. Запишите разновидности основных уравнений лова рыбы с учетом принципа действия орудий лова.
23. От каких показателей поведения и распределения объекта лова и условий внешней среды зависит область применения орудий лова?
24. Какие орудия лова имеют широкую область применения, какие узкую и почему?
25. Как можно графически определить область применения орудий лова?
26. Влияют ли на область применения орудия лова его конструктивные особенности и особенности способа лова

27. Охарактеризуйте содержание федерального закона о рыболовстве.
28. Перечислите основные виды нормативно-технической документации в рыболовстве.

ГЛАВА 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЛОВА

2.1. Виды систем управления ловом

2.1.1. Системы управления ловом, как и другие рыбохозяйственные системы классифицируют по многим признакам. Наибольшее значение имеет деление систем по характеру изменения регулируемых показателей и принципу действия.

2.1.2. По первому признаку различают системы стабилизации, программные и следящие.

2.1.3. Системы стабилизации служат для поддержания регулируемых величин с заданной точностью. Для таких систем значение регулируемой величины постоянно, а ее отличие от действительной величины не должно превышать заданной величины (рассогласования).

Системы стабилизации используют, например, для поддержания постоянными параметры орудий лова и показателей их перемещения, условий внешней среды в рыбоводных и экологических системах, стабилизации численности и состава гидробионтов в промыслово-экологических системах.

В зависимости от характера и объема информации об элементах систем управления ловом и в других рыбохозяйственных системах и взаимодействии этих элементов задачи стабилизации решают двумя путями.

Если все внешние воздействия на объект управления, например, на объект аквакультуры или внешнюю среду в водоеме контролируют, а реакция объекта управления на них известна, то управляют объектом по данным измерений внешних воздействий. Если не все внешние воздействия контролируют, а поведение объекта регулирования известно недостаточно, то управляют объектом по данным о его поведении непосредственно в процессе работы системы.

В первую очередь это относится к рыбам как объектам управления в системах лова.

2.1.4. В программных системах управляемая величина изменяется в соответствии с заданной программой.

Программные системы управления ловом используют, если известны внешние воздействия на объект управления и его математическое описание. С учетом быстрого развития методов моделирования роста, поведения, распределения, состояния, состава и численности гидробионтов, описания условий внешней среды в водоемах программные системы управления ловом найдут широкое применение.

2.1.5. В отличие от программных систем следящие системы управления изменяют управляемую величину в соответствии с неизвестной ранее функцией времени.

Следящие системы способны решать задачи более сложные и разнообразные, чем системы стабилизации и программные системы. Наиболее важные задачи сводятся к поддержанию экстремума управляемой величины и оптимальной работы системы из условия максимального быстрогодействия или другого условия.

2.1.6. Рассмотрим далее классификацию систем управления ловом и других рыбохозяйственных систем с учетом принципа их действия, считая объектом управления гидробионтов.

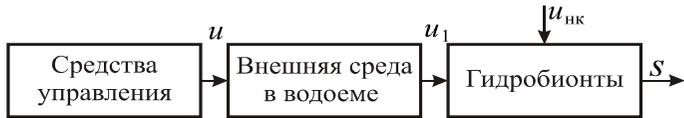
2.1.7. Наиболее простыми считают разомкнутые системы управления, в которых управляющие воздействия задают без учета действительного поведения, положения, состояния, численности, состава и других показателей гидробионтов. При этом управляющие воздействия выбирают, принимая во внимание цели управления, известные условия внешней среды и априорные данные о реакции гидробионтов на раздражители.

В разомкнутых системах управления управляющие воздействия могут быть постоянными и переменными во времени. В системах управления ловом управляющие воздействия часто считают постоянными, если выходной сигнал управляющей системы постоянен или подвергается случайным стационарным колебаниям в связи с изменением параметров источника внешних воздействий (например, источни-

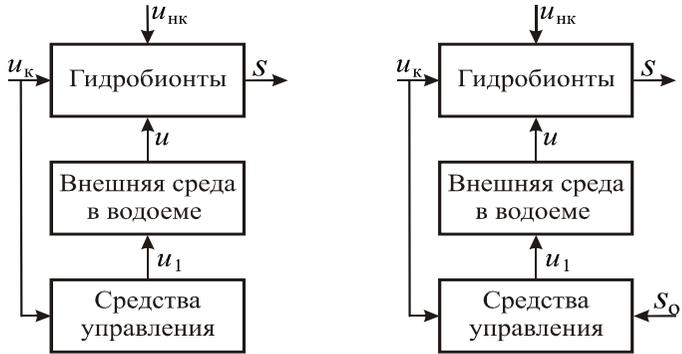
ка физических полей). При этом сигнал, воспринимаемый гидробионтами, в общем случае изменяется из-за перемещения источника внешних воздействий и гидробионтов в поле управления, колебаний условий внешней среды.

Схема управления с управляющими воздействиями, постоянными во времени, показана на рис. 2.1а.

Разомкнутые системы управления наименее эффективны, хотя достаточно широко применяются в рыбном хозяй-



а



б

в

стве, когда нет контроля за состоянием объекта управления или по результатам контроля не принимают мер по повышению эффективности рыбохозяйственного процесса.

Рис. 2.1. Схемы разомкнутых систем управления: а - при управляющих воздействиях, постоянных по времени; б - при управлении по возмущению; в - при программном управлении. u - управляющие воздействия средств управления; u_k - внешние управляющие контролируемые воздействия; $u_{нк}$ - внешние неуправляемые и

неконтролируемые воздействия; S - управляемая величина;
 S_0 - эталонное значение управляемой величины.

Например, при лове рыбы, особенно во внутренних водоемах, часто не контролируют и не учитывают поведение и распределение рыбы в процессе лова, условия внешней среды. При этом постоянные управляющие воздействия, зависящие, например, от конструкции орудия лова, выбирают по прошлому опыту обычно с учетом некоторого среднего состояния условий внешней среды и поведения объекта лова. Этим объясняется, в частности, низкая эффективность некоторых видов лова.

В процессах аквакультуры иногда не ведут контроля за состоянием объекта аквакультуры, поддерживая при этом постоянным рацион питания, температурный режим водной среды, проточность воды и т.д., т.е. работают по разомкнутой схеме управления.

В промыслово-экологических системах постоянную интенсивность и селективность рыболовства часто принимают без учета величины и состава запасов, что также соответствует работе разомкнутой системы управления с постоянными во времени управляющими воздействиями.

В разомкнутых системах управления при переменных во времени управляющих воздействиях различают управление по возмущению и программное управление по системе жесткого регулирования.

Управление по возмущению применяют для компенсации изменения внешних посторонних воздействий на объект регулирования. Например, изменение внешних воздействий на объект лова или на объект аквакультуры возможно в связи с изменением гидрологических и метеорологических условий, появлением индустриальных и других помех. В промыслово-экологических системах внешними посторонними помехами могут быть, кроме того, болезни, хищники, проявления каннибализма и т.д.

Изменение внешних посторонних воздействий на объект управления компенсируют обычно различными управля-

ющими воздействиями на него, при этом нет непосредственной связи между состоянием объекта управления и действием компенсирующих средств на этот объект.

Функциональная схема управления по возмущению показана на рис. 2.1б.

Управление по возмущению как простой и весьма эффективный способ управления должен найти широкое применение в системах управления ловом и в других рыбохозяйственных системах, так как он уменьшает погрешности систем управления, вызванные изменением внешних посторонних воздействий. Его основной недостаток при использовании в рыбохозяйственных системах состоит в том, что из-за случайного влияния внешних воздействий на гидробионтов компенсация внешних воздействий не всегда приводит к нужному результату. Кроме того, иногда сложно установить все внешние воздействия, влияние которых необходимо компенсировать, и тогда учитывают лишь наиболее существенные, хотя это и снижает качество управления.

Программное управление по разомкнутой системе жесткого регулирования ведут по заданному закону изменения управляющих воздействий, который обеспечивает необходимый закон изменения управляемых величин и соответствующее состояние объекта управления. Наиболее часто такой вид управления применяют, если известна достаточно точная модель объекта управления (например, математическая модель поведения объекта лова), а все внешние неуправляющие и особенно неконтролируемые воздействия невелики или путем управления по возмущению их влияние на объект регулирования можно свести до минимума.

Трудность применения этого метода управления состоит в том, что зависимость между управляющими и управляемыми величинами, когда объектом управления являются гидробионты, сложна и носит вероятностный характер. Однако, имея некоторые сведения о влиянии внешних воздействий на объект управления (например, физических полей на гидробионтов), можно составить программу изменения управляющих величин. Примером управления по рассматри-

ваемой схеме может служить лов рыбонасосными установками с применением света при периодическом изменении горизонта лова по заранее заданной программе.

Программу задают либо непосредственно в виде закона изменения управляющей величины (наиболее перспективный вариант), либо в виде требуемого закона управления, по которому определяют соответствующий закон управляющего воздействия. Второй вариант наиболее пригоден для управления объектами с известным математическим описанием.

Схема управления по первому варианту не отличается от изображенной на рис. 2.1б, а по второму варианту показана на рис. 2.1,в.

2.1.8. В замкнутых системах, получив информацию о появлении ошибки управления, система изменяет свое воздействие на объект управления для уменьшения ошибки до допустимых пределов, т.е. замкнутые системы работают по принципу обратной связи. Такая система воспринимает, хранит, накапливает и преобразовывает информацию, а также использует ее для улучшения управляющего воздействия на объект управления.

В замкнутых системах различают задаваемое (оптимальное) состояние системы с наиболее благоприятным состоянием объекта управления и управляющих средств и фактическое. Оптимальное состояние системы изменяется в зависимости от особенностей состояния объекта управления, условий внешней среды и средств управления. Как и любые реальные системы, рыбохозяйственные системы обычно не находятся в оптимальном состоянии, и его пытаются достичь путем перехода в наиболее близкое к нему состояние. Различие (рассогласование) между фактическим и оптимальным состоянием объекта управления служит основной причиной необходимости управления в рыбохозяйственных системах.

В замкнутых системах, где управляющее воздействие непосредственно зависит от управляемой величины, используют несколько принципов управления.

Простейший из них - принцип управления по отклонению. Он приемлем при недостаточно полном описании объ-

екта управления и при неконтролируемых воздействиях на него. Функциональная схема такой системы управления по отклонению показана на рис. 2.2а.

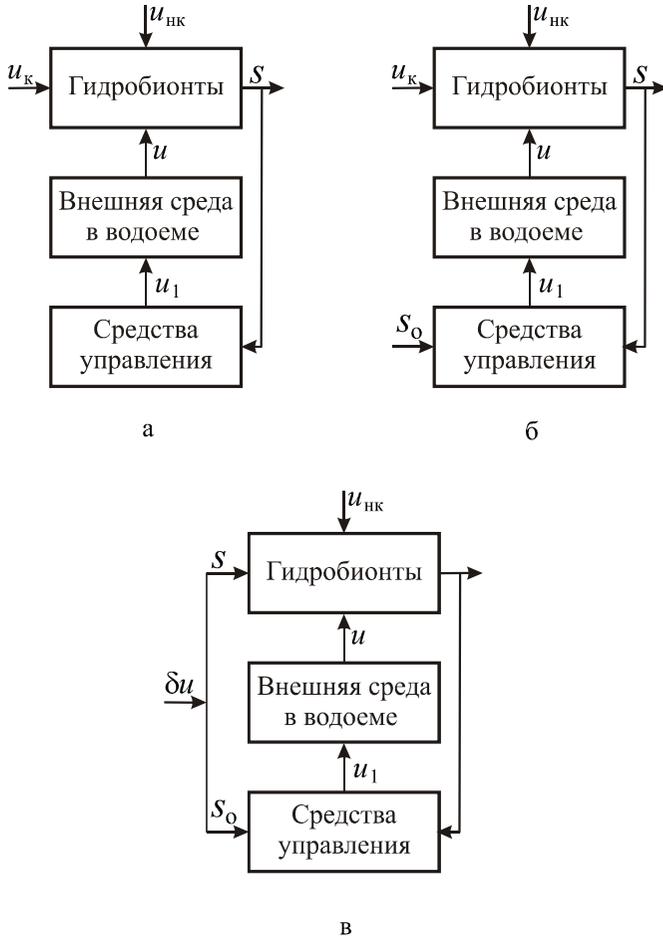


Рис. 2.2. Схемы замкнутых систем управления: а - при управлении по отклонению; б - при программном управлении по отклонению; в - самонастраивающихся

систем. δu - пробные воздействия.

Более сложным является программное управление по отклонению (рис. 2.2б). В этом случае в управляющее устройство поступают две величины - требуемый (эталонный) закон изменения управляемой величины (уставка) s_0 и фактическое значение управляемой величины s . Действительное значение управляемой величины периодически сравнивают с эталонным, и на основе этого система вырабатывает управляющее воздействие для сокращения рассогласования до минимума.

Еще более сложными и совершенными являются самонастраивающиеся системы, которые относятся к замкнутым адаптивным системам. В таких системах параметры управляющих воздействий автоматически и целенаправленно изменяются для повышения эффективности работы системы управления, причем характеристики объекта управления и условия внешней среды могут колебаться заранее неизвестным образом.

Самонастраивающиеся, как и другие адаптивные системы, не достигают цели управления при первоначальном уровне информации и нуждаются в пополнении информации. О необходимом для управления количестве информации судят по некоторому критерию качества работы системы, который характеризует полноту достижения системой цели управления.

Самонастраивающиеся системы могут быть со стабилизацией и оптимизацией качества управления. В первых из них стабилизируют заданный критерий качества управления путем настройки основного управляющего устройства, во вторых, экстремальных системах, поддерживают оптимальное значение критерия качества управления. Оптимизация обычно сводится к автоматическому поиску оптимального алгоритма основного управляющего устройства.

Самонастраивающиеся системы могут работать на различном принципе. Например, в системе, показанной на рис. 2.2в, на объект управления подают пробные воздействия и

анализируют характер поведения объекта управления на эти воздействия, а затем устанавливают управляющие воздействия для приближения системы к оптимальному состоянию. Если управляют гидробионтами, то для успешной работы системы необходима их достаточно быстрая реакция на пробные воздействия. Кроме того, для успешной работы системы желательно медленное изменение управляющих внешних воздействий на объект управления.

В самоорганизующихся системах адаптация сводится к изменению не численных значений настроечных параметров, а структурной схемы управляющего устройства.

В простейших самоорганизующихся системах (без самообучения) каждому значению входного сигнала соответствует определенная схема управляющего устройства, т.е. определенный алгоритм управления объектом. Более сложные самоорганизующиеся системы, которые называют самообучающимися, способны к самообучению и, следовательно, к самоусовершенствованию. Качество управления в таких системах в процессе эксплуатации, благодаря самообучению, повышается. Чтобы успешно работать, система должна запоминать режимы управления при различном поведении и состоянии объекта управления, автоматически накапливать опыт управления. В зависимости от значений входных и выходных величин система выбирает из памяти значения управляющих воздействий.

Самонастраивающиеся системы из-за сложности и неблагоприятных условий для самообучения не находят пока широкого применения в рыбном хозяйстве.

2.1.9. Различные виды управления по принципу обратной связи можно совмещать с управлением в незамкнутых системах. С помощью последних систем осуществляют черновое управление объектом, а управление с обратной связью служит для более тонкого управления. Комбинированные рыбохозяйственные системы обладают большей точностью и надежностью управления, чем системы, работающие на одном принципе. При этом в значительной степени устраняются недостатки обоих принципов управления.

Комбинированные системы управления можно использовать, например, для повышения эффективности тралового лова, когда сначала трал наводят по принципу управления в незамкнутых системах, а более точное наведение осуществляют по принципу обратной связи.

2.1.10. Системы управления ловом и другие рыбохозяйственные системы часто состоят из нескольких взаимосвязанных систем (подсистем). Обычно одну из таких систем образуют технические и другие средства управления гидробионтами, а другую, с ней связанную, сами гидробионты как основной объект управления. Например, система управления ловом в общем случае включает в себя систему управления орудием лова и систему управления объектом лова.

2.2 Технические средства лова как элемент системы управления ловом

2.2.1. Эффективность лова во многом зависит от характеристики систем лова с учетом специфики составляющих этих систем - технических средств лова, объекта лова и условий внешней среды в водоеме.

2.2.2. Технические средства лова в общем случае включают исполнительные устройства (орудие лова, средства механизации, промысловые суда); измерительные устройства - для получения данных о показателях процесса лова, например, физических полей, скорости перемещения орудия лова; устройства сравнения данных о действительных и необходимых показателях процесса; усилительные устройства, которые результаты рассогласования между действительными и необходимыми показателями процесса подают на исполнительные устройства для изменения их параметров, положения, ориентации.

2.2.3. Все элементы технических средств характеризуются рядом параметров и показателей. В нашем случае технические средства выступают как источники физических полей и средства перемещения рыболовной системы. Источником физических полей являются не только элементы орудия лова, но и суда. Частично или полностью физические поля

судов находятся в зоне действия орудия лова. Остальные элементы технических средств в основном служат для оценки поведения, распределения и состояния объекта лова, поддержания необходимых параметров физических полей, их положения и временных показателей работы, закона перемещения орудия лова и т.д.

2.2.4. Одной из важнейших задач технических средств лова является выработка управляющего сигнала для поддержания необходимых показателей объекта лова или эффективности лова.

В простых системах управления объектом или процессом лова для выработки соответствующих управляющих воздействий используются непосредственно данные о положении, параметрах перемещения и состояния объекта лова. В более сложных системах, как показано выше, применяют устройства сравнения для оценки рассогласования действительных и наиболее рациональных значений показателей физических полей, перемещения технических средств, показателей объекта лова. Весьма сложной задачей является выработка управляющего сигнала по результатам рассогласования. Задачи сравнения и рассогласования наиболее эффективно можно решить только с применением управляющих вычислительных машин.

2.3. Основные конструктивные элементы орудий лова

2.3.1. Требования к основным конструктивным элементам орудий лова вытекают из требований к самим орудиям лова.

Относительно низкая плотность и большие размеры концентраций рыбы в сочетании со значительными обычно размерами промысловых водоемов требуют применения орудий лова для облова больших объемов воды. Для отделения рыбы от воды и изменения в процессе лова рабочей формы и размеров орудия лова должны быть несплошными и формоизменяемыми. В процессе лова орудия лова часто перемещаются относительно воды, поэтому они должны обладать

малым сопротивлением движению в воде. Условия эксплуатации орудий лова требуют, чтобы они не занимали много места на судне и были относительно легкими. Наконец, орудие лова должно обладать возрастной и видовой селективностью.

Всем перечисленным требованиям удовлетворяют орудия лова, у которых основным конструктивным элементом является сетное полотно.

Несмотря на разнообразие объектов лова и условий лова, почти все сетные орудия лова представляют собой подвижную или неподвижную сетную стенку, сетный мешок, комбинацию сетной стенки и сетевого мешка.

2.3.2. Для придания сетным орудиям лова прочности, фиксации определенных размеров сетное полотно прикрепляют к шнурам, веревкам или канатам, которые в этом случае называют подборами (верхними, нижними или боковыми). Чтобы разгрузить сетное полотно, веревочно-канатные элементы иногда пускают по сетному полотну (прикрепляют к нему или пропускают через его ячеи). Такие веревочно-канатные элементы называют пожилинами.

2.3.3. Для придания орудия лова в воде рабочей формы и рабочих размеров, размещения его на нужной глубине в водоеме верхнюю подбору орудий лова обычно оснащают плавом, а нижнюю - грузом. Такое же назначение имеют распорные средства - траловые доски, подъемные щитки, гибкие или мягкие распорные средства из парусины или синтетических материалов, металлические или деревянные брусья - клячи и т.д.

2.3.4. Для соединения веревочно-канатных элементов орудий лова между собой, кроме различных узлов, бензелей, полубензелей и т.д., используют соединительные элементы - скобы, гаки, вертлюги, звенья цепей и т.д.

2.3.5. Для стягивания (затягивания) сетных частей орудий лова применяют стяжные устройства, которые обычно состоят из колец с пропущенными через них шнуром, веревкой или канатом (гайтяном, стяжным тросом). Стяжные устройства применяют для затягивания и распускания концев

вых частей мешков орудий лова при выливке улова. Стяжное устройство является основным элементом кошельковых неводов, которое служит для стягивания (кошелькования) низов невода.

2.3.6. Основной частью крючковых орудий лова являются рыболовные крючки. Кроме того, крючковые орудия лова содержат веревочно-канатные элементы (для прикрепления крючков и объединения их в длинную рыболовную снасть), плав, груз, соединительные элементы и т.д.

2.3.7. Рыбонасосные установки состоят в основном из рыболовных шлангов, залавливающего устройства, центробежного насоса или компрессора (в эрлифтах) для создания в шлангах воздушно-водяной смеси, устройств отделения рыбы от воды (водоотделителей), источников света для образования зоны облова.

2.3.8. Физические средства повышения эффективности лова как часть орудия лова состоят из двух основных элементов - источников энергии (электрического или звукового генератора, насоса, компрессора и т.д.) и источников поля (источников света, электродов, гидрофонов и т.д.). Кроме того, они могут включать в себя токопроводящие элементы (кабели), соединительную арматуру, переключатели, усилители, пускорегулирующую аппаратуру и т.д.

2.3.9. Частью некоторых орудий лова являются такие элементы управляющего устройства системы управления процессом лова, как измерительные устройства, усилительные устройства, ЭВМ и т.д.

2.4. Особенности управления техническими средствами лова как источниками физических полей

2.4.1. При управлении техническими средствами лова как элемента системы управления ловом определяют модальность физических полей, параметры источников физических полей, их положения и перемещения, режима, времени и места работы, которые обеспечивают более высокий уровень качества и эффективности работы системы. Будем счи-

тать источниками физических полей элементы сетных и не сетных орудий лова и источники средств повышения эффективности лова.

2.4.2 Модальность физических полей выбирают, прежде всего, с учетом следующих условий:

- характеристик физических полей (размеров, структуры, скорости образования, стабильности, особенностей регулирования, объема передаваемой информации, возможного уровня помех);
- свойств внешней среды в водоемах, которые определяют условия образования и существования полей;
- особенностей действия физических полей на рыбу в различных условиях лова;
- энергетических и экономических затрат на образование физических полей при различных условиях внешней среды;
- экологического воздействия на рыбу и водоем.

Поля различных модальностей обладают достаточно определенной совокупностью свойств, которые определяют область их применения (см. следующие главы).

Несмотря на разнообразие свойств различных промысловых физических полей, не всегда можно выбрать физическое поле, которое позволяет получить необходимый промысловый, экономический и экологический эффект.

В современных условиях особое внимание необходимо обращать на экологические последствия применения физического поля той или иной модальности. Это, прежде всего, относится к применению электрических полей, полей растворенных и взвешенных веществ.

2.4.3. Интенсивность (мощность, производительность) источников физических полей выбирают с учетом следующих условий:

- заданных размеров зоны обнаружения (зоны действия) физического поля;
- максимально возможных размеров зоны действия физического поля, когда размеры зоны

ограничены из энергетических или экономических соображений, недостаточной интенсивности источников поля, особенностей условий внешней среды в водоеме или поведения объекта лова;

- заданной или максимальной интенсивности источника поля;
- заданной интенсивности или структуры поля;
- поддержания существования поля нужных размеров и структуры в течение определенного времени.

Исходными данными для определения интенсивности источников поля и аналогичных ей величин в первом случае обычно служат размеры зоны облова, скопления рыбы, некоторые размеры водоема (ширина, глубина и т.д.).

Размеры зоны действия поля ограничивают из энергетических или экономических соображений, если затраты энергии или массы на образование поля велики (электрические поля при высокой электрической проводимости воды, тепловые поля, поля растворенных и взвешенных веществ большой протяженности). Условия внешней среды ограничивают размеры световых полей искусственного происхождения (при низкой прозрачности воды), электрических полей (при низкой электрической проводимости воды). Иногда размеры поля ограничивают, чтобы избежать слишком большой интенсивности поля и нежелательного распределения рыбы непосредственно у источника поля. Размеры меньше необходимых могут иметь световые и гидродинамические поля из-за ограниченной мощности источников этих полей.

Мощность источников по интенсивности и структуре поля выбирают, когда важны не общие размеры поля, а размеры его участков с определенным характером поведения или распределения объекта лова. Интенсивность поля в пределах некоторого участка и размеры этого участка могут быть как заданными, так и максимально возможными. Мощность источников из таких соображений прини-

мают для полей всех модальностей, пространство которых целесообразно делить на зоны поведенческих реакций.

Если для управления объектом лова применять большие по размерам тепловые поля, поля растворенных и взвешенных веществ, то интенсивность источников поля выбирают также с учетом заданного времени образования поля. Когда такие поля образуются достаточно быстро, а время их существования велико, то интенсивность источников поля принимают из условия существования поля определенной интенсивности и размеров.

Часто выбор мощности (производительности) источников поля обусловлен совокупностью требований. Например, иногда размеры зоны действия должны быть наибольшими с учетом образования зоны облова максимальных размеров. Но их ограничивают из энергетических соображений, с учетом особенностей образования поля или поведения объекта лова (как при лове рыбонасосными установками).

2.4.4. Применение вместо одного нескольких источников поля оправдано, когда

- недостаточна мощность (производительность) одного источника поля;
- один источник менее эффективен, чем несколько расположенных рядом источников;
- необходимо получить большее по размеру поле, чем поле одного источника максимально возможной интенсивности;
- с помощью одного источника невозможно получить поле нужной структуры и формы;
- необходимо сократить затраты на образование поля;
- с помощью одного источника невозможно обеспечить нужное распределение объекта в некотором объеме;
- на одном промысловом участке работает несколько орудий лова;
- один или несколько источников поля выполняют аккумулярующие функции;

- совокупность источников позволяет образовать поле нужных размеров в более короткие сроки.

В первом случае один источник имеет недостаточную мощность (интенсивность), поэтому применяют несколько источников, суммарная мощность (производительность) которых равна необходимой мощности. Примером может служить лов бортовыми подхватами, когда для привлечения рыбы к судну используют большое число подводных источников света.

Иногда, например, при лове рыбонасосными установками и конусными подхватами, целесообразно использовать не один, а несколько расположенных рядом источников света, чтобы увеличить площадь излучающей поверхности и обеспечить более благоприятное распределение рыбы у залавливающего устройства.

Размеры поля одиночного источника максимально возможной мощности могут быть ограничены. Тогда для увеличения зоны облова используют не один, а несколько расположенных на некотором расстоянии друг от друга источников, образующих единое поле или несколько близко расположенных полей. Примером может служить применение при лове рыбонасосными установками и конусными подхватами, кроме источников света у залавливающих устройств, дополнительных источников света (манилок) для увеличения зоны привлечения рыбы к залавливающему устройству.

Одиночные источники образуют поля довольно определенной формы и структуры. Однако практика лова иногда предъявляет самые разнообразные требования к этим параметрам поля. Это обстоятельство также может служить основанием для применения нескольких источников поля. Примером могут служить многоэлектродные системы при лове рыбы с применением электрического поля, световые трассы и световые ограждения линейно расположенных источников, которые образуют поля больших линейных размеров.

Применение совокупности источников для образования поля иногда позволяет уменьшить затраты на образование поля. Часто существует такой вариант расположения

источников для образования поля определенных размеров, при котором затраты энергии (массы) на образование поля минимальны (например, при образовании полей растворенных и взвешенных веществ, тепловых и электрических полей). Важно однако помнить, что минимум затрат иногда бывает при большом числе источников в совокупности, что невыгодно из эксплуатационных соображений.

Один источник поля в основном способен концентрировать рыбу на относительно небольшом участке водоема около себя. Совокупность источников света можно использовать для распределения рыбы в некотором объеме водоема, где образуется поле, на границе поля, для перемещения рыбы в определенном направлении внутри поля или вдоль него, для удаления рыбы из поля. Такие функции выполняют, например, электродные системы электрозаградителей и электрогонов, световые трассы и световые заграждения.

К этому же случаю можно отнести применение совокупности источников, когда каждый из них или определенные группы источников выполняют различные управляющие функции. Примером служит применение при лове бортовыми подхватами привлекающих, направляющих и концентрирующих источников; различные функции манилок и источников света у залавливающих устройств при работе рыбонасосными установками и конусными подхватами. Несколько источников поля применяют, если работают одновременно несколькими однотипными или разнотипными орудиями лова, например, двумя рыбонасосными установками или конусными подхватами, кошельковыми неводами и т.д.

Несколько источников поля обычно образуют единое поле. Один из случаев применения совокупности источников состоит в периодической изоляции одного или нескольких источников, чтобы изолированные поля могли аккумулировать улов. Так, при работе ловушками с применением световых трасс периодически изолируют источники света, расположенные в садке ловушки, где концентрируют рыбу.

Наконец, при образовании больших по размеру тепловых полей и полей растворенных и взвешенных веществ несколько источников поля полезно применять для ускорения процесса образования поля, располагая источники, как правило, с учетом направления течения в водоеме или расположения источников для образования искусственного гидродинамического поля.

2.4.5. Качественный состав излучения (массы) световых, акустических полей, полей растворенных и взвешенных веществ выбирают в основном с учетом следующих условий:

- получения сигнала, несущего определенную информационную нагрузку;
- максимальных или минимальных размеров зоны действия физического поля или некоторых его участков;
- минимальных затрат энергии (массы);
- минимального вредного влияния на водоем.

Воздействие любого поля сопровождается передачей объекту лова определенной информации, особенно если поле обладает высокой ориентирующей способностью. Однако наибольшую информационную нагрузку несут обычно сигналы, имитирующие биосигналы, биологические объекты или продукты их жизнедеятельности. Имитировать можно биоакустические, биоэлектрические и биохимические сигналы, внешний вид биологических объектов, оказывающих влияние на поведение и распределение объекта лова. Эффективность применения таких сигналов в рыболовстве зависит от степени их соответствия оригиналу по ряду признаков (амплитуде, частотному составу, скважности, размерам, форме, цвету объекта и т.д.).

Качественный состав излучения источников световых и акустических полей влияет на степень ослабления сигнала водной средой, отношение сигнал/шум, величину энергетического действия поля на рыбу и, следовательно, на размеры зоны действия поля. Частоты, соответствующие минимуму ослабления сигнала и максимуму эффективности действия поля на рыбу, обычно не совпадают. Следовательно, для по-

лучения зоны действия поля максимальных размеров необходимо решать задачу на экстремум с учетом вида функций, характеризующих ослабление сигнала в воде и чувствительность к нему рыбы. Так же поступают в некоторых случаях, когда необходимо получить зону действия поля минимальных размеров или свести к минимуму затраты на образование поля.

Качественный состав растворенных веществ выбирают из условия получения зоны действия определенных размеров, если повышенный расход массы ограничивает применение вещества для образования поля. Кроме того, учитывают влияние растворенных веществ на состояние водоема и гидробионтов.

2.4.6. Угловое распределение интенсивности излучения (массы) вокруг источников поля по различным направлениям может быть равномерным или подчиняться некоторой закономерности с учетом конструктивных особенностей источника поля, условий внешней среды или особенностей распространения поля в водоеме.

Угловое распределение интенсивности излучения источника поля в основном принимают из следующих условий:

- получения зоны действия поля заданной формы;
- увеличения размеров зоны действия поля в одних направлениях за счет уменьшения в других;
- наиболее благоприятного распределения рыбы в поле, например, относительно залавливающего устройства, грунта и поверхности воды, берега, судна и т.д.

Наиболее часто размеры и форма зоны действия поля должны соответствовать рабочим размерам и форме орудия лова или его отдельных частей, форме зоны облова, некоторой части водоема, скопления рыбы, специфичным требованиям к размерам зоны в различных направлениях.

Иногда размеры зоны действия поля увеличивают в одних направлениях и уменьшают в других, чтобы ограничить расход энергии (массы). Например, при использовании надводных источников света применением люстр (абажуров)

большую часть света направляют в пределах нижней полусферы (в сторону поверхности воды).

Оптимальное угловое распределение интенсивности излучения света по различным направлениям во многом зависит от требований к распределению рыбы в зоне орудия лова, прежде всего, у залавливающего устройства. При этом учитывают не только стремление рыбы держаться на участках с определенной интенсивностью поля, но иногда и определенным образом относительно источника поля, грунта, поверхности воды и т.д.

При выборе углового распределения интенсивности излучения (массы) вокруг источника поля необходимо учитывать возможное выравнивание интенсивности действия и размера зоны действия поля по различным направлениям благодаря вихревому характеру поля, шумам соответствующей физической природы, естественным процессам переноса, влиянию поверхностей раздела, различных подводных объектов естественного и искусственного происхождения и т.д.

Важно также, что распределение поля относительно источников иногда зависит от естественных процессов переноса массы (течений), которые затрудняют получение полей соответствующей формы. Особенно в таких случаях важно учитывать, что необходимую форму зоны действия поля можно получить с применением нескольких источников поля, определенным образом расположенных.

2.4.7. Эффективность управления объектом лова с помощью физических полей во многом зависит от параметров амплитудной, частотной и импульсной модуляции соответствующего сигнала. Эти виды модуляции можно использовать в случае

- изменения поведения и распределения объекта лова;
- регулирования размеров и структуры зоны действия поля или его отдельных участков;
- улучшения показателей последствия (снижение вредного влияния) поля;

- снижения затрат энергии (массы) на образование поля.

Изменение амплитуды сигнала, частотного состава излучения и показателей импульсного сигнала оказывает самое разнообразное действие на поведение и распределение объекта лова и является одним из важнейших способов изменения воздействия на рыбу практически всех видов полей. Наибольшее значение имеет изменение параметров сигнала при действии на рыбу электрических, акустических и световых полей.

Размеры зоны действия поля обычно регулируют для приведения их в соответствие с размерами орудия лова или зоны облова, скопления рыб, на которое поле должно действовать. Такое регулирование в основном возможно путем изменения амплитуды сигнала и характерно чаще всего для полей переноса энергии и небольших по размеру полей переноса массы.

Для получения зоны действия поля больших размеров можно использовать импульсные сигналы (например, электрические, световые), так как интенсивность таких сигналов в импульсе практически может быть во много раз больше, чем непрерывных. На этом же основании можно ставить задачу выбора параметров импульсной модуляции с учетом затрат энергии (массы) для получения поля заданных размеров.

2.4.8. Геометрические показатели элементов орудий лова как источников физических полей выбирают из следующих основных условий:

- дальности и степени видимости элементов орудий лова;
- влияния элементов орудий лова на световые поля естественного или искусственного происхождения;
- характеристик гидродинамических полей элементов орудий лова;

- влияния гидродинамических полей элементов орудий лова на гидродинамические поля естественного происхождения;
- влияния на акустические поля элементов орудий лова, в том числе у грунта и поверхности воды;
- способности элементов орудий лова к образованию полей растворенных и взвешенных веществ у грунта;
- влияния геометрических элементов орудий лова на особенности поведения объекта лова как факторов психологического воздействия на объект лова.

Геометрические показатели элементов орудий лова (размер ячеи, диаметр элементов, посадочный коэффициент сетного полотна) влияют на дальность и степень видимости элементов как факторы, от которых зависит контрастная чувствительность и острота зрения рыб. Эти же показатели влияют на степень проявления оптомоторной реакции, связанной с перемещением рыбы за подвижными объектами, а также на слияние мельканий сетных нитей при перемещении рыбы относительно сетного полотна.

Элементы орудий лова при движении образуют гидродинамические поля, параметры которых зависят от всех геометрических показателей элементов орудий лова. Если такие поля выполняют задерживающие и направляющие функции, то параметры элементов обычно выбирают из условия образования поля, обеспечивающего выполнение таких функций. Эти же показатели влияют на степень искажения элементами орудий лова гидродинамических полей рыбонасосных установок и течений в водоеме. Когда такие поля способствуют обнаружению орудия лова, то геометрические показатели элементов выбирают с учетом наименьшего искажающего действия поля элементов.

Меньшее значение элементы орудий лова имеют как источники акустических полей при вибрации элементов в потоке воды. Однако их роль существенно возрастает при взаимодействии элементов с грунтом и поверхностью воды.

При этом повышается и роль геометрических показателей элементов в образовании поля, которые выбирают в основном из условия образования поля меньшей интенсивности.

Влияние геометрических характеристик элементов орудий лова на параметры полей растворенных и взвешенных веществ необходимо рассматривать в связи с диффузией с поверхностью элементов, пропитанных химическими веществами, и способностью образовывать такие поля при контакте с грунтом. Геометрические показатели элементов в этом случае выбирают из условия создания площади поверхности, обеспечивающей образование поля заданной интенсивности, размеров и состава растворенных и взвешенных веществ.

Вид элементов орудий лова может оказывать своеобразное воздействие на рыбу и ее поведение. Среди таких элементов необходимо отметить размер ячеи и посадочный коэффициент, которые определяют способность рыбы проходить через ячею, которая не составляет для нее механической преграды. В частности, вероятность ухода через ячею повышается, если форма ячеи в наибольшей степени соответствует форме поперечного сечения тела рыбы.

2.4.9. В основном имеют значение оптические показатели сетных и крючковых орудий лова. Такие показатели выбирают из следующих основных условий:

- наименьшей, наибольшей или некоторой заданной дальности и степени видимости;
- дезориентации рыбы;
- имитации биологических объектов, например, объектов питания рыбы;
- получения или устранения оптомоторной реакции рыбы или слияния мельканий нитей сетного полотна.

Элементы наименьшей видимости орудий лова выбирают, если объект лова должен позже обнаружить орудие лова или чувствовать себя в орудии лова спокойнее.

Элементы орудий лова, предназначенные для получения у рыбы отрицательной (например, оборонительной) ре-

акции, напротив, следует принимать большей видимости. Это требование особенно важно для сетного полотна с большим размером ячеи, не составляющим для рыбы механической преграды.

Некоторые элементы орудий лова, в первую очередь, направляющие, должны иметь заданную дальность видимости (1–2м). Иногда это требование сводится в конкретных условиях к требованию наибольшей или наименьшей видимости, если дальность видимости близка к 1–2м.

На дезориентирующие функции орудий лова при однородной окраске элементов влияют положение и форма элементов, а при неоднородной - различная видимость участков сетного полотна или веревочно-канатных элементов. В первом случае к элементам обычно предъявляется требование некоторой средней видимости, а во втором - наибольшего контраста соседних участков элементов.

Имитация оптических свойств биологических объектов может быть трех видов. Один из них характерен для элементов орудий лова, которые имитируют только распределение цвета и яркости биологических объектов; второй, более общий, когда имитируют не только оптические, но и геометрические характеристики биологического объекта (например, при использовании приманок, наживок, привады и т.д.); третий - когда используют явление биолюминесценции планктона - объекта питания рыбы.

Для получения устойчивой оптомоторной реакции рыбы на элементы орудий лова (например, на сетное полотно) они должны быть хорошо заметными ориентирами и, следовательно, удовлетворять требованию наибольшей видимости. Если оптомоторная реакция рыбы оказывает отрицательное влияние на лов, то элементы должны иметь наименьшую видимость.

Если сетное полотно должно создавать у рыбы впечатление непреодолимой преграды, то предпочтительнее наименьшая видимость, но не настолько, чтобы рыба вообще не различала сетное полотно.

2.4.10. Время действия источников физических полей обычно должно соответствовать производительной части цикла лова или общей продолжительности цикла лова на промысловом участке.

Первый, наиболее распространенный случай, характерен для физических полей, которые обслуживают или связаны с одним орудием лова, второй, когда поле обслуживает несколько орудий лова, работающих с одного судна или нескольких судов (например, надводные манилки при лове двумя рыбонасосными установками с одного судна).

Довольно часто отдельные источники поля работают периодически (как подводные манилки при лове рыбонасосными установками), при этом время работы отдельных источников света увязывают между собой.

При образовании больших по размеру полей растворенных и взвешенных веществ, тепловых полей необходимо учитывать, что начало и окончание работы источников может не совпадать с началом или окончанием управляющего действия поля.

2.4.11. Ориентацию элементов орудий лова принимают в основном с учетом получения физических полей нужной структуры, формы, размеров, положения в пространстве.

Так, ориентация сетного полотна и веревочно-канатных элементов орудий лова влияет на дальность и степени их видимости. От положения сетного полотна и других элементов орудий лова относительно направления их движения зависит характеристика гидродинамических и акустических полей орудий лова, полей растворенных и взвешенных веществ. Ориентация элементов орудий лова влияет на степень искажения ими световых и гидродинамических полей естественного происхождения.

2.4.12. Показатели перемещения орудий лова и средств интенсификации лова как факторы, влияющие на параметры физических полей, учитывают при образовании гидродинамических, акустических, световых (при биолюминесценции) полей. В основном показатели перемещения принимают во внимание при обосновании показателей орудий лова, исходя

из особенностей поведения объекта лова. Лишь когда образование поля непосредственно связано с движением источника поля, при биофизическом обосновании выбирают направление и скорость перемещения, чтобы получить поле с заданными параметрами.

2.4.13. Физические поля посторонних источников поля (источники шумов), на фоне которых действуют физические поля орудий лова и физических средств повышения эффективности лова регулируют или учитывают путем выбора места и времени лова с учетом следующих условий:

- увеличения или снижения отношения сигнал/шум;
- увеличения или снижения абсолютной величины шума;
- меньшего искажения физических полей орудий лова и средств интенсификации лова;
- меньшего искажения промысловых сигналов, имитирующих биосигналы;
- подавления биосигналов, увеличивающих защитные свойства скоплений рыбы и т.д.

Определенное отношение сигнал/шум обычно необходимо для повышения вероятности распознавания или подавления сигнала в некоторых точках зоны орудия лова, и это отношение выбирают из условия биофизической или тактической помехоустойчивости (Мельников, 1973). Получить заданное отношение сигнал/шум или заданную величину шума можно регулированием интенсивности источника шума (если возможно) или изменением расстояния до него.

В некоторых случаях, например, при действии на рыбу акустических полей, шум может искажать амплитудную и частотную характеристики сигнала и таким образом уменьшать его управляющее действие.

Важно учитывать, что иногда шум посторонних источников вне связи с отношением сигнал/шум является полезным и тогда он суммируется с сигналом.

Выбор показателей шумов из условия наименьшего подавления сигналов, имитирующих биосигналы, также, по-

существу, сводится к поддержанию определенного отношения шум/сигнал, а также результирующей частотной характеристики сигнала и шума, необходимого для распознавания рыбой сигнала. Это же относится к задаче подавления биосигналов, увеличивающих защитные свойства скоплений рыбы. Однако при этом стремятся получить отношение сигнал/шум меньше заданного.

2.4.14. Время и место лова из биофизических предпосылок выбирают в основном с учетом

- действия на рыбу различных полей естественного происхождения;
- благоприятных условий для образования и существования физических полей орудий лова и средств интенсификации лова;
- наиболее благоприятного действия промысловых физических полей орудий лова и средств интенсификации лова при наличии шумов.

В любом случае при выборе времени и места лова из биофизических предпосылок необходимо учитывать глубину водоема, естественный световой режим в водоемах, течения, волнение, температурный режим, акустический фон, характеристику грунта и т.д.

2.4.15. Физические поля орудий лова как технических средств лова часто обладают селективностью. Такая селективность связана с неодинаковой реакцией рыб разного вида, размера, пола на действие физических полей естественного происхождения и орудий лова. При оценке селективности особое внимание необходимо обращать на комплексный характер действия полей различной модальности и происхождения.

Селективность физических полей при лове рыбы описана в соответствующей главе этой книги и в учебнике «Селективность рыболовства» (Мельников А.В., Мельников В.Н., 2005).

2.5 . Особенности управления техническими средствами лова при контактных воздействиях

2.5.1. Контактные воздействия на объект лова, прежде всего, имеют значение, когда физические поля орудий лова плохо выполняют ориентирующие функции, при перемещении орудия лова с большой скоростью, высокой концентрации рыбы, попытке рыбы пройти через ячею. На контактных воздействиях основан лов крючковыми орудиями. Рыба контактирует с внутренней поверхностью рыболовных шлангов при лове рыбонасосными установками.

2.5.2. Контактные воздействия сетного полотна в общем случае задерживают рыбу в объеживающих и отцеживающих орудиях лова. Задерживающие функции выполняет также рыболовный крючок. Лов крючками, так же, как и лов сетными орудиями, обладает селективностью.

При контактном воздействии сетного полотна возможно направленное перемещение рыбы вместе с подвижной сетной стенкой, скатывание по сетной стенке в сторону, противоположную направлению перемещения орудия лова.

Контактные воздействия в стесненных для рыбы условиях, например в концентрирующих частях сетных орудий лова, способствуют уменьшению двигательной активности рыбы.

Когда обнаружение элементов сетных орудий лова как источников физических полей затруднено, контактные воздействия препятствуют заходу или ухудшают условия захода рыбы в орудие лова. Различного рода открьлки и усынки орудий лова при слабом ориентирующем действии их физических полей дезориентируют рыбу, направляя ее в сторону, противоположную от выхода из орудия лова.

2.5.3. Контактные воздействия во многих случаях обладают селективными свойствами. Важнейшими видами контактного управления являются отцеживание и объеживание рыбы сетным полотном.

Исследование управляющих функций сетного полотна при отцеживании и объеживании сводятся к количественной оценке селективных свойств сетного полотна в зависимости от параметров сетного полотна, биометрических показателей и состава объекта лова, величины улова, некоторых особен-

ностей способа лова. С учетом селективных свойств сетного полотна, величины улова также с применением математических моделей выбирают оптимальный размер ячеи, а иногда и других физико-технических свойств сетного полотна, обеспечивающих необходимую избирательность лова, в т.ч. требований правил рыболовства.

Селективность при отцеживании и обьячеивании сетным полотном рассмотрена в одной из глав этой книги, а проблемы селективности в целом в учебнике А.В. Мельникова и В.Н. Мельникова (2005).

Кроме отцеживания и обьячеивания, как основных функций сетных орудий лова, наблюдаются и другие селективные способы контактного управления. Наибольшее значение имеет селективность лова при лове крючковыми орудиями.

Селективное контактное управление иногда наблюдается при направленном перемещении сетной стенки, при скатывании рыбы по сетному полотну и т.д. (Мельников В.Н., 1975).

Контрольные вопросы к главе 2

1. Что включают в себя технические средства лова?
2. Какие функции выполняют технические средства лова.
3. Каковы особенности выработки управляющих сигналов техническими средствами лова?
4. Перечислите основные требования к конструктивным элементам орудий лова.
5. Опишите свойства сетного полотна как основного элемента орудий лова.
6. Какие функции выполняют подборы и пожилины орудий лова?
7. Какую роль выполняет плав и загрузка орудий лова?
8. Каково назначение стяжных элементов орудий лова?

9. Из каких элементов могут состоять физические средства интенсификации лова?
10. Какие показатели физического поля выбирают при управлении физическими средствами интенсификации лова?
11. Как выбирают модальность (вид) физического поля средств интенсификации лова?
12. Как выбирают интенсивность (мощность, производительность) источника физического поля средств интенсификации лова?
13. Когда применяют не один, а несколько источников физического поля средств интенсификации лова?
14. Как выбирают качественный состав излучения или массы физических полей средств интенсификации лова?
15. Как выбирают угловое распределение интенсивности (массы) вокруг источников физического поля средств интенсификации лова?
16. Как выбирают параметры амплитудной, частотной и импульсной модуляции управляющих сигналов физических полей средств интенсификации лова?
17. Как выбирать геометрические показатели элементов орудий лова как источников физических полей?
18. Из каких условий выбирают оптические показатели элементов орудий лова?
19. Как подходить к выбору времени действия источников физических полей?
20. Как подходить к выбору сетного полотна и веревочно - канатных элементов при работе орудий лова?
21. Как подходить к выбору показателей перемещения, влияющих на образование физических полей орудий лова?
22. Как подходить к оценке физических полей посторонних источников, выполняющих роль шумов?
23. Как подходить к выбору времени и места лова, с учетом действия на рыбу физических полей?

24. Какие функции выполняют физические контактные воздействия орудий лова?
25. Перечислите селективные свойства орудий лова при контактных воздействиях.

ГЛАВА 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И В ЗОНЕ ОБЛОВА

3.1. Внешняя среда как подсистема системы управления ловом

3.1.1. Внешняя среда при лове рыбы выступает как поле управления - часть пространства, где происходят процессы управления ловом. Поле управления и, соответственно, условия лова, часто выбирают для образования зоны облова, например, наибольших размеров, а иногда для повышения удерживающей способности орудий лова. Часто внешняя среда служит управляемым элементом, если ее параметры в пределах зоны облова или положение зоны облова регулируют, изменяя, например, горизонт и время суток лова.

3.1.2. В качестве поля управления внешняя среда выступает как источник физических полей и как канал для передачи внешних воздействий на объект лова или элементы технических средств. Во втором случае управление параметрами внешней среды направлено на улучшение характеристик внешней среды. Такое управление должно приводить к повышению качества физических полей и условий передачи управляющих сигналов. Важно, что к управлению параметрами условий внешней среды можно условно отнести также выбор времени, места и глубины лова с учетом необходимых свойств внешней среды.

3.1.3. Внешнюю среду можно считать функциональным звеном с различным соотношением между входными и выходными сигналами. Так, при лове с применением электри-

ческих и световых полей внешняя среда выступает как усилительное звено, когда с изменением расстояния от источника поля изменяется интенсивность сигнала. При образовании гидродинамических полей, полей растворенных и взвешенных веществ внешняя среда служит запаздывающим звеном, так как выходной сигнал, по сравнению с входным, запаздывает на некоторое время. При неизменных условиях внешней среды и положении источников поля до рассматриваемой точки водоема поле управления считают статическим звеном. Если же в процессе лова условия внешней среды и положение объекта лова относительно источника поля изменяются, то поле управления считают нестационарным звеном с переменными параметрами. Если физическое поле образовано несколькими источниками, то поле выступает как нелинейное звено, часто с сочетанием характеристик других видов звеньев.

С учетом перемещения объекта относительно орудия лова, рассмотренные элементы можно отнести к звеньям с переменной структурой и положением в пространстве. При этом имеют значение как параметры перемещения исполнительных устройств системы и объекта лова, так и показатели их относительного перемещения. Важно отметить, что результат биомеханических процессов тесно связан с биофизическими процессами, так как при относительном перемещении рыбы и объекта лова обычно изменяется действие физических полей на рыбу. Поведение и распределение объекта лова при этом формируется, прежде всего, под влиянием биомеханических и биофизических процессов. Не случайно при математическом моделировании систем управления ловом показатели этих двух процессов часто объединены.

3.2. Общая характеристика внешней среды в естественных условиях

3.2.1. На работу органов восприятия, поведение и распределение рыбы прежде всего влияют прозрачность воды, световой режим в водоеме, температура воды, течения, волнение, глубина водоема, рельеф и характер грунта, распреде-

ление кормовых объектов, химический состав воды и содержание кислорода.

3.2.2. Прозрачность воды влияет на дальность и четкость видимости орудий лова, размеры зоны действия источников света, зрительный контакт рыб в облавливаемых концентрациях, высоту скоплений рыбы, их распределение по вертикали.

Прозрачность воды часто характеризуют глубиной исчезновения белого диска диаметром 30см (диска Секки) при его опускании с борта судна и называют эту величину относительной прозрачностью воды. В морских промысловых водоемах относительная прозрачность воды колеблется в основном от 3-5 до 15-20м. Тропические воды открытого Мирового океана, где содержание планктона и концентрация рыб невелики, имеют относительную прозрачность 20-40м и более. Во внутренних водоемах относительная прозрачность воды редко превышает 2-3м, а в некоторых водоемах снижается иногда до десятков сантиметров.

Обычно наблюдаются сезонные и случайные колебания прозрачности воды, неравномерность прозрачности воды по глубине водоема. Колебания прозрачности воды особенно велики в прибрежных морских водах и во внутренних водоемах.

3.2.3. Одним из основных факторов внешней среды при лове рыбы является световой режим в зоне облова. Основным показателем светового режима на глубине H считают освещенность обращенной кверху горизонтальной плоскости:

$$E_H = E_0 \exp(-1,6 H/X_c), \quad (3.1)$$

где E_0 - поверхностная освещенность, лк; X_c , - относительная прозрачность воды по диску Секки, м.

В среднем при погружении на глубину, равную X_c , освещенность уменьшается в 5 раз. Например, на глубине $H = 4X_c$ освещенность в $5^4 = 625$ раз меньше подповерхностной.

Подповерхностная освещенность в дневное время колеблется в основном от 10^3 до 10^5 лк, в сумерки - от 10^{-2} до 10^3 лк, ночью - от 10^{-4} до 10^{-2} лк.

На глубине лова различают три типа светового режима:

- дневной световой режим с наилучшими условиями для зрительной ориентации рыбы;
- сумеречный световой режим, когда всякому изменению освещенности соответствует изменение дальности и степени видимости несветящихся объектов под водой;
- ночной световой режим, при котором восприятие несветящихся объектов невозможно.

Различным типам светового режима соответствуют следующие диапазоны освещенности (в лк):

- дневной режим - более 1,0;
- сумеречный - от 10^{-5} до 1,0;
- ночной - менее 10^{-5} .

Тип светового режима на глубине лова можно ориентировочно установить по табл. 1.1, составленной для вод различной прозрачности, с учетом освещенности поверхности воды в дневное и ночное время (исключая сумерки).

В общем случае на различных глубинах в водоеме одновременно возможны три, два или один типа светового режима. Зная закономерности суточных колебаний освещенности поверхности воды, можно определить продолжительность отдельных типов светового режима на глубине лова.

Кроме освещенности в водоеме, на процесс лова влияют спектральный состав света, распределение яркости лучей по различным направлениям, закономерности изменения светового режима в пространстве и времени и т.д. Например, распределение яркости лучей по различным направлениям влияет на выбор оптимальной окраски и дальность видимости элементов орудий лова, преимущественную ориентацию рыб в водоеме и т.д.

3.2.4. Течения влияют на скорость перемещения и рабочие параметры орудий лова, расположение вихревых шлейфов и пограничного слоя орудия лова. Например, скорость

траления по течению оказывается выше, чем при тралении против течения; при тралении против течения между вихревыми шлейфами образуется коридор «светлой» воды, что способствует заходу рыбы в донный трал; при тралении по течению или поперек течения вихревые шлейфы могут смыкаться перед устьем трала.

Течение влияет на ориентацию и направление перемещения рыбы в водоеме. При дневном и сумеречном режиме освещения рыба в основном ориентирована против течения. При ночном режиме освещения она часто сносится течением, не имея определенной ориентации. Эти обстоятельства учитывают при выборе, в частности, направления перемещения орудий лова.

Горизонтальные составляющие скорости течения в поверхностных слоях открытых частей океана обычно равны 0,10-1,0м/с, уменьшаясь с глубиной до 0,01-0,1м/с, а в прибрежных - до 0,01-1,0м/с, лишь иногда достигая 1,5м/с. Такие же скорости течения в основном преобладают во внутренних водоемах.

3.2.5. Как промысловый фактор волнение рассматривают в основном с учетом нагрузок на орудия лова и условий работы рыбаков. При большой глубине водоема частицы воды при волнении движутся по замкнутым орбитам, близким и круговым, и служат причиной появления динамических составляющих нагрузок на орудия лова. При разрушении волны на мелководье частицы воды перемещаются почти по линейным траекториям, и она действует на орудие лова и объект лова так же, как и течение.

Волнение вызывает перемешивание верхнего слоя воды, и это отражается на поведении и распределении рыбы. Глубина перемешанного слоя ориентировочно в 10 раз больше высоты волны. Волнение, при котором еще возможен лов рыбы, зависит от вида лова и колеблется в основном от 3 до 7баллов.

3.2.6. На условия внешней среды, распределение рыбы, технику и организацию лова существенно влияет глубина водоема. Основные запасы промысловых рыб и рыболовство

сосредоточены в пределах материкового шельфа и склона. Граница шельфа располагается на глубинах 200-250м, материкового склона - 2500-3000м. Шельфовая зона и материковый склон обычно занимают сравнительно узкую полосу вдоль побережий материков, и их общая площадь составляет менее четверти площади Мирового океана. Особенно высока биологическая продуктивность шельфов и пришельфовых районов. Этому способствуют материковый сток, подъем в зону шельфа глубинных вод, богатых биогенными веществами, и их интенсивное перемешивание.

Выбор вида лова часто зависит от глубины водоема. Так, ставные невода, закидные невода, обкидные сети применяют лишь на мелководье. Глубина водоема во многом определяет размеры некоторых орудий лова.

Косвенно глубина водоема влияет на выбор размеров и мощности промысловых судов, параметров промысловых механизмов.

3.2.7. Рельеф и характер грунта влияют

- на направление придонных течений;
- температурный режим в придонных слоях воды;
- образование участков с повышенной или пониженной продуктивностью;
- распределение рыб, прежде всего донных и придонных;
- интенсивность полей взвешенных частиц и их пространственно-временные границы;
- возможность и особенности перемещения орудий лова у грунта;
- картину электрического поля электрифицированных орудий лова;
- видимость орудий лова;
- размеры и структуру светового поля и т.д.

Таким образом, рельеф и характер грунта влияют на выбор вида орудия лова, его конструктивных особенностей, эффективность работы физических средств интенсификации лова, режим работы орудия лова.

Грунт как промысловый фактор характеризуется в основном размером образующих его частиц, электрической проводимостью, цветом, шероховатостью и формой поверхности. С учетом характера влияния на лов различают грунт в виде ила, песчаного ила, глинистого ила, гальки и булыжника.

3.2.8. Температурный режим в водоеме влияет на степень подвижности и распределение рыб, параметры горизонтальных и вертикальных миграций, реакцию рыб на элементы орудий лова и т.д.

Подвижность рыб максимальна при температуре, оптимальной для рыб данного вида, возраста и биологического состояния. Так, для трески такая температура колеблется от 0 до 7°C, для скумбрии Северной Атлантики - от 10 до 15°C, для южноафриканской сардины - от 15 до 20°C, для пикши - от 2 до 8°C и т.д. При меньших и больших температурах подвижность рыб снижается по мере приближения к летальным температурам. Температурный режим в водоеме иногда служит причиной различной подвижности молодежи и взрослой рыбы и тем самым влияет на селективность лова.

Концентрация рыбы в водоеме, время и размах горизонтальных и вертикальных миграций зависят от осредненных значений температуры в водоеме, ее пространственного распределения. Например, температурный режим в водоеме иногда вынуждает рыб разного вида и возраста держаться на различных участках водоема, послойно.

Распределение температуры по вертикали часто определяет глубину преимущественного расположения рыбы и диапазон ее вертикальных миграций.

Неоднородность температуры воды в водоеме по горизонтали влияет на длительность и скорость горизонтальных миграций. Как правило, чем выше пространственная неоднородность температуры, тем плотнее концентрация рыбы в зоне благоприятных температур.

При анализе влияния температуры воды на процесс лова учитывают ее случайные и сезонные колебания. Случайные колебания температуры воды обусловлены изменением

погоды, ветром, волнением. Их величина растет при переходе от крупных водоемов к мелким. Сезонные колебания температуры наиболее значительны весной и осенью. Для лова рыбы в основном важны сезонные колебания температуры воды, с которыми связаны этапы годового цикла рыб, а, следовательно, их миграционная активность, особенности распределения в пространстве и времени и т.д.

От температуры воды зависят особенности реакции рыбы на элементы орудий лова и физические поля средств интенсификации лова. Обычно рыба реагирует на внешние воздействия наиболее активно при благоприятной для нее в данный момент температуре.

3.2.9. Распределение кормовых объектов влияет на распределение и поведение рыб, прежде всего, в период нагула.

Пелагические рыбы (сельдь, сардина, ставрида, скумбрия и т.д.) образуют большие скопления в зонах, богатых планктоном. Большинство рыб средних и высоких широт после зимовки совершают кормовые миграции к местам с высокой биологической продуктивностью. Вертикальные миграции таких рыб нередко связаны с вертикальными миграциями планктона.

Донные рыбы в период нагула образуют скопления в местах концентрации кормового бентоса.

Распределение хищников, которые питаются другими рыбами, в свою очередь, зависит от распределения и характера миграций планктоноядных и бентосоядных рыб.

Как правило, рыбу ловят в местах, богатых планктоном и бентосом. Выбор орудия и способа лова, организация промысла также во многом зависят от размеров и плотности кормовых пятен, времени их существования.

3.2.10. Химический состав вод и содержание кислорода часто ограничивают глубину погружения скоплений рыб, влияют на ареал их распространения, подвижность и плотность скоплений рыб, выбор вида орудия лова, некоторых его размеров, режим работы и т.д.

Из рассмотренных факторов внешней среды на поведение объекта лова в наибольшей степени влияют естествен-

ный световой режим, течения и волнение, а иногда и другие показатели условий внешней среды.

3.3. Общая характеристика внешней среды в зоне облова

3.3.1. На поведение рыбы в зоне орудий лова продолжают действовать факторы внешней среды, характерные для естественных условий и рассмотренные в 3.2. Кроме того, в зоне облова начинают действовать физические поля и контактные воздействия орудий лова.

Действие физических полей орудий лова и в меньшей степени контактных воздействий прямо или косвенно зависит от физических полей естественного происхождения, увеличивая или уменьшая эффект действия первых.

Орудия лова служат источником или средством образования световых полей контрастов, гидродинамических и акустических полей, полей растворенных и взвешенных веществ.

3.3.2. Световые поля контрастов определяют видимость элементов орудий лова. Основной характеристикой поля служит видимый яркостный контраст элемента орудия лова с фоном, на котором он рассматривается рыбой. Видимый яркостный контраст зависит в основном, от окраски и степени прозрачности элемента орудия лова, расстояния до него, направления, в котором он рассматривается, прозрачности воды, распределения яркости лучей в воде по различным направлениям. Он во всех случаях велик, если рыба рассматривает элемент орудия лова снизу вверх на фоне ярких лучей.

По мере удаления от рассматриваемого элемента величина его контраста с фоном постепенно уменьшается. Элемент становится незаметным, когда видимый яркостный контраст уменьшается до величины порога контрастной чувствительности глаза рыбы.

При дневном режиме освещения дальность видимости достигает $0,7-1,0 X_c$ (где X_c - относительная прозрачность воды, м). Переход от дневного режима освещения к ночному приводит к постепенному снижению видимости элементов.

Она падает также с уменьшением угловых размеров сетных нитей.

Зрительная способность рыбы и человека близки между собой, поэтому для ориентировочной оценки степени и дальности видимости орудий лова, выбора их оптимальной окраски, кроме расчетных методов, можно использовать данные визуальных наблюдений.

3.3.3. Гидродинамические поля образуются при движении элементов орудий лова в виде попутного потока у поверхности элементов и гидродинамического следа за ними. Неподвижные орудия лова при обтекании потоком искажают естественное гидродинамическое поле, и это также служит причиной влияния орудия лова на рыбу.

Различают гидродинамические поля скоростей и гидродинамические поля давлений элементов орудий лова.

При движении сетного полотна с небольшими углами атаки ($<8-10^\circ$) у его поверхности образуется пограничный слой, который охватывает сетное полотно с обеих сторон. По мере удаления от передней кромки сети толщина пограничного слоя увеличивается. Эта толщина и скорость потока в пограничном слое зависят от коэффициента сопротивления, размера ячеи и посадочного коэффициента сетного полотна, диаметра сетных нитей. Скорость в попутном потоке у сетного полотна достигает 40-50% скорости сетного полотна.

При движении сетного полотна под большими углами атаки возмущенный поток остается за сетным полотном и образуется гидродинамический след. Скорость потока в таком следе обычно не превышает 15-20% скорости сетного полотна. Величина скорости тем больше, чем меньше угол атаки сети, больше ее габаритная площадь и площадь нитей. Распределение скоростей в потоке имеет сложный характер, а убывание скорости по мере удаления от сетного полотна происходит медленно.

Попутный поток за сетью охватывает меньший по интенсивности поток, в котором скорости направлены в сторону, противоположную направлению движения сети.

Вызванные перемещением сети потоки отличаются турбулентностью, особенно сразу же за сетью.

Попутный поток образуется не только за сетным полотном, но и за другими элементами орудия лова. При достаточном удалении от таких элементов параметры попутного потока определяются не формой их поверхности, а только сопротивлением.

Значительное влияние на рыбу оказывают гидродинамические поля избыточного давления, которые, как и поля скоростей, образуются у движущихся элементов орудий лова. По мере удаления от поверхности тела величина избыточного давления постепенно убывает. Размеры зоны действия поля избыточных давлений орудия лова обычно не превышают 4-5м, и на них в основном влияют скорость перемещения орудия лова относительно потока, размеры и форма его элементов. Размеры зоны действия поля избыточных давлений мешка трала с уловом составляют 10-12м, а промыслового судна 20-30м. Поля избыточных давлений образуются и у неподвижных орудий лова, которые обтекает поток.

3.3.4. Параметры акустических полей сетных орудий лова зависят от размеров, формы, расположения и скорости движения элементов орудий лова относительно потока и поверхностей раздела. Наиболее интенсивное акустическое поле образуют элементы, которые соприкасаются с поверхностью воды или перемещаются по грунту.

Акустические сигналы в водоеме обычно воспринимаются на фоне помех (шумов). При небольшом уровне шумов акватории рыба способна обнаружить акустическое поле орудий лова с расстояний до нескольких сот метров. При высоком уровне шумов акустический сигнал орудий лова может быть не слышен совершенно.

3.3.5. Поля взвешенных веществ образуют орудия лова, некоторые элементы которых соприкасаются с грунтом (вихревые шлейфы траловых досок, полосы мути урезом донных неводов, участки взмученной воды при движении нижней подборы с оснасткой других орудий лова). Они часто влияют на поведение и распределение рыбы, а иногда (как при рабо-

те донных неводо-мутников) определяют принцип действия орудия лова.

Параметры полей взвешенных веществ и зоны их действия зависят в основном от скорости перемещения орудия лова, вида грунта и интенсивности процессов переноса водных масс в водоемах. При перемещении орудия лова и на течении часть поля взвешенных веществ оказывается вне зоны орудия лова и не влияет на эффективность лова.

Сетные орудия лова, особенно пропитанные различными составами, являются источниками полей растворенных веществ, которые иногда также влияют на рыбу. Интенсивность и размеры таких полей постепенно уменьшаются по мере вымывания веществ в процессе эксплуатации орудия лова. Размеры зоны действия полей растворенных веществ обычно невелики из-за небольшого количества вещества, диффундирующего с поверхности орудий лова.

Физические поля орудий лова способны выполнять направляющие и задерживающие функции, изменять двигательную активность и дезориентировать рыбу, уменьшать влияние на рыбу вредных посторонних воздействий.

3.3.6. В процессе работы орудия лова одновременно на рыбу действуют физические поля различной модальности. Их совместное влияние во многом определяет поведение и распределение рыбы в зоне орудий лова.

3.4. Управление показателями условий внешней среды и положением зоны облова

3.4.1. Как показано в 3.2. на поведение и распределение рыбы, результат лова, прежде всего, влияют прозрачность воды, световой режим в водоеме, течения, волнение, глубина водоема, рельеф и характер грунта, температура воды, распределение кормовых объектов, химический состав воды и содержание кислорода.

Работа в тех или иных условиях внешней среды возможна или путем управления отдельными показателями внешней среды или управлением положения зоны облова

3.4.2. Управление условиями внешней среды с целью повышения эффективности лова в «неограниченных» по размерам водоемах, в принципе, возможно на больших акваториях (например, в целом промысловом районе) или на небольшой акватории, соизмеримой с зоной облова орудия лова.

Примером управления в первом случае может служить возможное создание зон повышенной биологической активности на больших участках с замкнутой циркуляцией путем создания на таких участках благоприятной для объекта лова или объекта ее питания температуры. Такое изменение условий внешней среды возможно с использованием внешних источников тепла (например, атомных реакторов), вертикальной циркуляции в водоеме, изменением направления крупных течений. Пока эти способы управления условиями внешней среды имеют теоретическое значение.

В зоне облова крупных водоемов можно регулировать условия внешней среды различными способами. Так, можно повышать в зоне облова концентрацию объекта питания, как приманки, изменять картину акустического поля естественно для привлечения или отпугивания рыбы. В принципе, в зоне облова можно изменять естественный световой режим образованием на поверхности воды светорассеивающие пленки, изменять картину течений.

3.4.3. Более перспективно управление условиями внешней среды в ограниченных по размерам водоемах и их изолированных частях. Например, за счет теплых вод можно регулировать температуру воды. Перспективно в таких случаях создание условий для развития кормовой базы или искусственное кормление рыб. Возможно, образование гидродинамических полей, например, с применением нагнетающих насосов, для регулирования гидродинамических и тепловых полей, полей растворенных и взвешенных частиц, которые влияют на состояние, поведение и распределение рыбы и т.д.

3.4.4. Выбор положения зоны облова с учетом условий внешней среды в этой зоне характерно для многих орудий

лова, принимая во внимание все, а чаще некоторые показатели условий лова, перечисленные в п. 3.2.

3.4.5. Преобладающее влияние на выбор положения зоны облова в пространстве и времени оказывает световой режим на глубине лова и прозрачность воды. При этом прозрачность воды имеет самостоятельное значение как фактор, от которого непосредственно зависит данность видимости и дальность реакции рыбы на элементы орудий лова. Кроме того, прозрачность воды преимущественно определяет освещенность и вид светового режима на глубине лова.

Прежде всего, тип светового режима определяет возможность лова, выбор вида орудий лова, времени и горизонта лова. Выбор этих показателей лова обусловлен, в первую очередь, зависимостью распределения объекта лова от освещенности в водоеме. Так, хорошо известен факт, что многие рыбы придерживаются слоев воды с сумеречным режимом освещения и в таких условиях чаще образуются плотные концентрации рыбы. Изменение освещенности в водоеме служит одной из основных причин наступления или прекращения горизонтальных и вертикальных миграций рыб.

Роль естественного светового режима особенно велика в связи с его влиянием на видимость подводных объектов. Так, видимость орудий лова чаще всего определяет условия ориентации рыб, их поведение и распределение в скоплении, вероятность ухода из зоны облова и т.д.

При лове с применением искусственного света естественный световой режим в водоемах влияет на возможность организации лова вообще, на структуру и размеры зоны действия искусственных источников, на условия зрительной ориентации и на показатели реакции рыбы в зоне действия искусственного света.

Естественная освещенность в водоемах по разным причинам влияет на выбор вида орудия лова и его параметры.

Естественная освещенность в водоеме влияет на выбор вида орудий лова. Это относится, например, к способам лова с применением искусственного света (лов рыбонасосными установками, конусными и бортовыми подхватами, верти-

кальными пелагическими ярусами и т.д.). При высокой естественной освещенности в водоеме лов с применением света днем обычно невозможен из-за сокращения зоны действия источников искусственного освещения, а иногда ослабления реакции рыбы на искусственный свет.

Преимущественно в темную часть суток также ловят обячеивающими орудиями лова и ловушками. В этом случае выбор темного времени суток обусловлен высокой видимостью и небольшой уловистостью сетей и ловушек при дневном режиме освещения в водоеме. В то же время уловы этими орудиями при ночном режиме в водоеме, как правило, невелики из-за слабой миграционной активности рыбы при низкой освещенности в водоеме. Основные подходы рыбы к этим орудиям лова наблюдаются при сумеречном световом режиме на глубине лова в вечерние и утренние сумерки.

Вид орудия лова выбирают также при существенном влиянии естественной освещенности в водоеме на плотность концентрации рыбы. Например, иногда выбирают между ловом кошельковыми неводами и разноглубинными тралами. Первые хорошо облавливают в основном плотные концентрации рыбы, а разноглубинные тралы - также и относительно разреженные концентрации рыбы.

Также предпочтение разноглубинным тралам перед кошельковыми неводами отдают, когда из-за влияния светового режима рыба располагается на глубине, недоступной для лова кошельковыми неводами.

Иногда выбирают между ловом закидными неводами и ловушками. Первые успешно ловят рыбу круглосуточно, а вторые - только утром и вечером.

Естественная освещенность влияет на конструкцию орудий лова. Это обусловлено зависимостью условий зрительной ориентации, степени подвижности рыбы, распределения рыбы от светового режима в водоеме.

При лове разноглубинными тралами значительно отличаются условия лова в дневное и ночное время. При лове в условиях зрительной ориентации рыба подвижна, хорошо реагирует на трал и для ее облова необходима большая ско-

рость траления. При ограниченной обычно располагаемой тяге судна горизонтальное и вертикальное раскрытие необходимо снижать. При отсутствии зрительной ориентации или в плохих условиях такой ориентации рыба малоподвижна и скорость траления может быть существенно меньше, а размеры устья трала больше. Таким образом, в дневное время необходимо ловить относительно небольшими разноглубинными тралами на высокой скорости траления, а ночью большими тралами на малой скорости траления.

Примером влияния светового режима в водоеме на параметры устья трала, а, следовательно, и на скорость траления служит зависимость вертикального раскрытия разноглубинного трала от высоты облавливаемых скоплений и ошибки наведения трала по вертикали. Но высота облавливаемых скоплений, как показано выше, часто зависит от светового режима в водоеме, а на ошибку наведения трала в значительной степени влияет глубина лова. Последняя величина также во многих случаях зависит от распределения освещенности по глубине водоема.

От уровня естественной освещенности в водоеме зависят не только параметры устья трала и скорость траления.

В разноглубинных тралах, несмотря на очень большую длину связей (размера ячеи), передняя часть оболочки удерживает рыбу благодаря действию гидродинамических полей оболочки и зрительной ориентации относительно элементов оболочки. При уменьшении естественной освещенности влияние дальности и степени видимости оболочки уменьшается и повышается вероятность ухода рыбы через оболочку. Таким образом, в условиях плохой видимости или при отсутствии видимости сплошность оболочки передней части должна быть выше, чем в условиях хорошей видимости оболочки.

При лове донными тралами в относительно неглубоких водоемах в дневное время рыба располагается непосредственно у грунта и для ее облова необходимы тралы с относительно небольшим вертикальным раскрытием. В ночное

время некоторые придонные рыбы приподнимаются над грунтом и для их облова необходимы тралы с большим вертикальным раскрытием.

У донных тралов, работающих в условиях зрительной ориентации, размер ячеи в передней части трала может быть больше, чем при ночном режиме освещения, когда рыба с большей вероятностью уходит (выжимается) через ячеи крыльев и мотни. Слабая активность рыбы при ночном световом режиме уменьшает значение сквера, который препятствует уходу вверх рыбы из его предустьевоего пространства.

Световой режим влияет на показатели лова ставными неводами и мелкими ловушками. От светового режима в водоемах зависят основные размеры садков и кутцов, где концентрируется улов. Для снижения ухода рыбы размеры этих частей орудий лова должны быть больше в условиях хорошего освещения и меньше при небольшой видимости сетного полотна.

Размеры некоторых других орудий лова также должны быть больше в условиях хорошей видимости. Так, длина кошельковых неводов в значительной степени зависит от величины упреждения в процессе замета невода. В свою очередь, упреждение, т.е. расстояние, на котором должно держаться судно от косяка во время замета, больше в условиях зрительной ориентации, когда рыбы активнее реагирует на шумы судна. По этой причине длина кошелькового невода в условиях плохой видимости на глубине лова может быть в 1,5-2,0 раза меньше, чем при дневном световом режиме в водоеме.

Более активная реакция рыбы на шумы судна в условиях зрительной ориентации увеличивает вероятность погружения рыбы в процессе замета и, соответственно, требует иногда применения более высоких кошельковых неводов.

При лове закидными неводами в условиях достаточно высокой освещенности на глубине лова повышается вероятность огибания клячей невода подвижной рыбой. Для уменьшения вероятности огибания клячей необходима большая длина невода и особая форма замета. При дневном и сумеречном световом режиме повышается вероятность ухода

рыбы под нижнюю подбору и над верхней подборой, если между стеной невода и грунтом или поверхностью воды образуются зазоры. Для уменьшения ухода из невода такими путями в условиях хорошей видимости невод должен иметь повышенное количество плава и груза.

Размер ячеи в крыльях ловушек, закидных, донных и кошельковых неводов в условиях хорошей видимости иногда принимают большим, не составляющим механической преграды для рыбы. В условиях плохой видимости через большую ячею наблюдается повышенный уход рыбы и снижение уловистости орудий лова.

Так как рыба попадает в ловушку в основном в утренние и вечерние сумерки, то переборки ловушек также производят преимущественно в это время. В такое время часто выполняют переборки и выборку объячеивающих орудий лова.

Подобные примеры влияния светового режима на параметры лова характерны практически для всех видов лова.

3.4.6. Гидродинамические поля естественного происхождения иногда влияют на возможность лова и выбор вида орудия.

Так, при волнении более 6-7 баллов невозможен лов тралами и кошельковыми неводами из-за сложности выполнения операций лова, больших динамических нагрузок на элементы орудий лова. Невозможен лов ставными неводами при большой скорости течения и при большом волнении. В таких условиях увеличиваются нагрузки на невод и вероятность его разрушения, нарушается форма некоторых его частей, увеличивает трудоемкость обслуживания невода. Практически не ловят рыбонасосными установками и конусными подхватами при скорости течения более 0,3-0,4 м/с. Затруднен лов речными закидными и донными неводами, ставными сетями при высокой скорости течения и речными плавными сетями - при небольшой скорости течения.

Практически при всех видах лова имеет значение направление и ориентация рыбы в водоеме. При дневном и сумеречном световом режиме в водоеме рыба ориентирована против течения. При ночном режиме освещения она часто

сносится течением, не имея определенной ориентации. Соответственно, необходимо выбирать направление перемещения орудия лова, установки обьечаивающих орудий лова и ловушек и т.д.

Направление и скорость течения влияют на выбор конструкции некоторых орудий лова и технологию лова также по другим причинам. Скорость траления по течению выше, чем при тралении против течения. При тралении по течению между вихревыми шлейфами образуется коридор незамутненной воды и это способствует заходу в донный трал. Вихревые шлейфы размываются и закрывают устье трала для захода в трал при боковом течении. При тралении против течения интенсивность гидродинамического поля в пограничном слое оболочки трала выше, но этот слой в большей степени выходит за пределы трала. Обратная картина наблюдается при тралении по течению. Течение искажает форму вихревых шлейфов за траловыми досками. Течение может сносить рыбу, что приводит к ошибкам наведения трала при облове косяков рыбы.

От скорости течения зависит длина ставных сетей. Она меньше при большей скорости течения, когда значительнее выдувание сетей и потеря рабочей длины сетей.

От скорости течения зависит также общая длина и длина крыльев речных закидных и морских закидных неводов, длина тоневого участка.

Кошельковые, речные закидные и ставные невода, сети обычно требуют большей загрузки и плава при высокой скорости течения.

Для некоторых орудий лова (ставные и речные закидные невода) прочные размеры веревочно - канатных элементов орудий лова зависят от параметров течения.

Волнение вызывает качку судна и динамические нагрузки на тяговые и другие веревочно - канатные элементы - ваера, урезы, вожаки, стяжные тросы. Динамические составляющие нагрузок на эти элементы учитывают выбором запаса прочности на динамику нагрузок с применением специальных методов прочностной надежности. При волнении

возникают также динамические составляющие нагрузок непосредственно на орудия лова при орбитальном перемещении частиц воды на волнении.

Наконец, на элементы орудий лова и на объект лова в прибрежных водах действуют большие нагрузки при разрушении волны на мелководье. Особенно существенные нагрузки возникают в становом тросе и рамах ставных неводов. При расчете этих элементов на прочность и выборе места установки орудий лова необходимо учитывать одновременно действие разрушенной и неразрушенной волны.

3.4.7. Поля растворенных и взвешенных веществ биологической природы и естественного происхождения влияют на ареал распространения рыб, глубину их погружения, плотность и подвижность скоплений. Иногда такие поля существенно влияют на поведение рыбы в зоне орудий лова. В наибольшей степени перечисленные биологические показатели зависят от химического состава вод и содержание кислорода. Наибольшее влияние на поведение и распределение рыб оказывают поля растворенных веществ во внутренних водоемах, где изменение химического состава вод и содержание кислорода часто носит сезонный характер.

Не меньшее влияние на перечисленные выше биологические показатели оказывают поля растворенных и особенно взвешенных веществ биологической природы, например, фито- и зоопланктона. Они, с одной стороны, влияют на условия внешней среды в водоеме, например, на прозрачность воды, особенности распространения звука, электрическую проводимость воды, с другой, как кормовые организмы - на распределение и поведение рыб.

Так, пелагические рыбы образуют большие и плотные скопления прежде всего в зонах, богатых планктоном. Большая часть морских рыб средних и высоких широт после зимовки совершают кормовые миграции в места с высокой биологической продуктивностью. Во многих случаях вертикальные миграции рыб связаны с вертикальными миграциями планктона.

Распределение хищных рыб, в свою очередь, зависит от распределения мирных рыб, которыми хищники питаются.

Обычно рыбу ловят в местах с благоприятными параметрами полей растворенных и взвешенных веществ естественного происхождения, богатых планктоном. Выбор орудия и способа лова также иногда зависит от параметров этих полей, в том числе от размеров и плотности, кормовых площадей, времени их существования.

3.4.8. Температурный режим в водоеме влияет на распределение рыб по горизонтали и вертикали, степень подвижности рыб, показатели горизонтальных и вертикальных миграций, реакцию рыб на элементы орудий лова и физические поля средств интенсификации лова.

Температурный режим в водоеме, прежде всего, влияет на распределение скоплений рыб и промысла. Показатели распределения зависят как от осредненных значений температуры воды в водоеме, так и от ее пространственного распределения. При этом осредненная температура воды в основном определяет общую акваторию, на которой обитает рыба, и начало ее горизонтальных миграций. От пространственного распределения температуры в промысловом районе зависит, прежде всего, расположение мест с различной концентрацией рыб в пределах района и распределение рыб по вертикали. Обычно чем выше пространственная неоднородность температуры, тем плотнее концентрация рыб и промысла в местах с благоприятной температурой.

На промысел влияют сезонные и случайные колебания температуры.

Рассматриваемые виды полей естественного происхождения влияют на выбор вида орудий лова, прежде всего, как факторы, определяющие плотность концентрации и размеры скоплений рыбы в водоеме. С учетом этого на морском промысле иногда выбирают между разноглубинным траловым ловом, ловом кошельковыми неводами, ловом сетями и ловом крючковыми орудиями. Во внутренних водоемах с учетом плотности концентрации рыбы часто выбирают между ловом закидными неводами, сетями и ловушками. Те же

поля влияют на выбор вида орудия лова с учетом распределения рыбы по вертикали. В этом случае в морских условиях отдают предпочтение разноглубинным, придонным или донным тралам; разноглубинным тралам или кошельковым неводам; разноглубинным тралам или донным неводам и т.д.

Если поля плотности массы и тепловые поля естественного происхождения влияют на распределение рыбы относительно морского берега, то иногда выбирают между ловом ловушками, сетями и закидными неводами.

Когда поля влияют на степень подвижности морских рыб, то в качестве альтернативных выступают опять-таки разноглубинные тралы и кошельковые невода.

Под влиянием изменения условий внешней среды, обусловленных колебаниями параметров рассматриваемых видов полей, возможен переход от одного вида лова на другой.

В большой степени состояние полей растворенных и взвешенных веществ влияет на возможность применения физических средств интенсификации лова. Так, при низкой прозрачности воды и большой концентрации ограничено применение искусственных световых полей. В чистых водах и низкой электрической проводимости воды иногда невозможно применение электрических полей.

Поля растворенных и взвешенных веществ оказывают разнообразное влияние на поведение и распределение рыб, а, следовательно, на параметры орудий и способов лова рыбы. Наиболее значительно на выбор параметров орудий лова влияют горизонтальные и вертикальные размеры облавливаемых скоплений. Например, горизонтальные размеры таких скоплений иногда влияют на выбор горизонтальных размеров разноглубинных тралов, длину сетных и ярусных порядков, кошельковых неводов, закидных неводов, особенно при работе у берега, длину крыла ловушек. От вертикальных размеров облавливаемых скоплений зависит вертикальное раскрытие донных и разноглубинных тралов, высота кошельковых неводов, сетей, работающих в толще воды, длина секций ярусных порядков и т.д.

Если поля растворенных и взвешенных веществ, тепловые поля влияют на глубину погружения рыбы, то с учетом этого выбирают длину вытравленных ваеров, длину буйковых поводцов сетей и ярусных порядков, высоту кошельковых неводов, иногда высоту закидных неводов, высоту садков ловушек.

Зависимость степени подвижности и плавательной способности рыб от температуры воды необходимо учитывать при обосновании параметров устья тралов, скорости траления, длины и высоты кошельковых неводов, скорости замета кошелькового невода и кошелькования, режима работы донных неводов, времени цикла лова многими орудиями лова. В некоторой степени подвижность и плавательная способность рыб влияют на выбор размера ячеи, особенно если она не составляет механической преграды для рыбы, диаметра сетных нитей.

3.4.9. На выбор вида лова и процесс лова рыбы большое влияние оказывает глубина водоема, рельеф и характер грунта. Изменение этих показателей возможно в основном на небольших участках внутренних водоемов, поэтому их влияние на лов иногда сводится к изменению места лова.

3.4.10. Выбор вида лова и его особенностей зависит от распределения кормовых организмов, мест концентрации рыбы. Поэтому иногда место лова выбирают с учетом расположения мест концентрации кормовых организмов. Кроме того, в основном во внутренних водоемах, искусственно создают в нужных местах повышенную концентрацию рыбы.

Контрольные вопросы к главе 3

1. Охарактеризуйте внешнюю среду как подсистему системы управления ловом рыбы.
2. Перечислите основные показатели условий внешней среды в промысловых водоемах.
3. Как влияет тип светового режима в водоеме на поведение и распределение объекта лова?
4. Как влияет температурный режим в водоеме на поведение и распределение объекта лова?

5. Как влияет течение на объект лова?
6. Какое промысловое значение имеет волнение?
7. На какие показатели лова влияет глубина водоема?
8. Как зависят показатели лова от рельефа и характера грунта?
9. Как влияет на объект лова распределение кормовых организмов и состав вод?
10. Перечислите основные виды физических полей и контактных воздействий, которые действуют в зоне орудий лова
11. Каково влияние степени и дальности видимости орудий лова на процесс лова?
12. Охарактеризуйте гидродинамические поля орудий лова и особенности их влияния на объект лова.
13. Как влияют акустические поля орудий лова на объект лова?
14. Охарактеризуйте поля растворенных и взвешенных веществ в зоне орудий лова.
15. Как влияют контактные воздействия на объект лова.
16. Рассмотрите общие предпосылки управления показателями условий внешней среды и положением зоны облова.
17. Рассмотрите влияние светового режима в водоемах на показатели лова рыбы и предпосылки управления положением зоны облова с учетом светового режима,
18. Рассмотрите влияние течения и волнения в водоемах на показатели лова рыбы и предпосылки управления положением зоны облова с учетом течения и волнения.
19. Рассмотрите влияние полей растворенных и взвешенных веществ в водоемах на показатели лова рыбы и предпосылки управления положением зоны облова с учетом этих полей.

20. Рассмотрите влияние тепловых полей в водоемах на показатели лова рыбы и предпосылки управления положением зоны облова с учетом этих полей.

ГЛАВА 4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ЛОВА В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И В ЗОНЕ ОБЛОВА

4.1. Общая характеристика объекта лова как элемента системы управления ловом рыбы

4.1.1. Объект лова как звено системы управления ловом можно считать биологической адаптивной системой с соответствующими входами и выходами, которая под влиянием внешних воздействий (прежде всего физических полей) изменяет физиологическое состояние, поведение, распределение, состав, численность, чтобы поддержать свою жизнеспособность.

4.1.2. Объект лова как элемент системы управления отличается следующими свойствами:

- реакция рыб на внешние воздействия зависит от физиологического состояния рыб, условий внешней среды, биотических взаимоотношений и в общем случайна;
- наиболее часто объект лова является совокупностью рыб, внешние воздействия на которых неодинаковы, переменны во времени и пространстве;
- иногда известен механизм действия физических полей на рыбу, что затрудняет выработку соответствующих управляющих воздействий;
- в общем случае в процессе лова на рыбу действуют физические поля различной физической природы, соотношение между действием которых на рыбу часто изменяется в пространстве и времени;
- одна из проблем оценки реакции рыбы на действие различных физических полей заключается в перемещении рыбы в пространстве и времени;

- физические поля могут оказывать на объект лова энергетическое и информационное воздействие, при этом соотношение между их влиянием на объект лова не всегда возможно разделить;
- физические поля иногда одновременно влияют на несколько возбудимых органов и тканей рыб, а объект лова как биологическая система характеризуется несколькими показателями, что затрудняет функциональное расчленение рыбы на составные части и раздельное их изучение;
- характер и степень воздействия физических полей на рыбу зависит не только от интенсивности, но и продолжительности воздействия, скорости изменения в пространстве и времени, особенности действия полей по различным направлениям;
- объект лова как сложная биологическая система часто отличается нелинейностью и может выступать как усилительное звено, звено с запаздыванием, аperiodическое, инерционное, интегрирующее звено.

4.2. Основные показатели рыбы как объекта лова

4.2.1. Для анализа конструкции орудий лова и их успешной эксплуатации необходимо знать биометрические характеристики тела рыбы, плавательную способность, показатели горизонтальных и вертикальных миграций, размеры, форму и плотность облавливаемых концентраций рыб, показатели рецепции.

4.2.2. К биометрическим показателям относятся длина рыбы, обхват тела за жаберными крышками, максимальный обхват тела, максимальная ширина, максимальная высота тела рыбы и их отношения. Эти показатели важны при выборе размера ячеи, оценке ее селективных свойств, плаватель-

ной способности рыбы, определении интенсивности действия на рыбу гидродинамических и электрических полей и т.д.

4.2.3. Плавательная способность рыб характеризуется продолжительностью плавания на различных скоростях, минимальной скоростью потока, при которой рыба сносится течением, скоростью потока, необходимой для возникновения реореакции (реакции на течение), максимальной скоростью при оптомоторной реакции (перемещении за подвижными ориентирами), маневренностью, скоростью погружения и подъема при испуге.

Скорость перемещения рыб рассматривают в связи с продолжительностью плавания. С учетом этого различают бросковые скорости, которые развивают рыбы в течение нескольких секунд, максимальные скорости, с которыми рыбы способны плавать от десятков секунд до нескольких минут, и крейсерские скорости, соответствующие продолжительности плавания в течение десятков минут и более. Бросковые скорости в зависимости от продолжительности броска изменяются от $30-70l$ 1/с до $10-122l$ 1/с, максимальные - от $10l$ 1/с до $3-4l$ 1/с, крейсерские - от $3-4l$ 1/с до $1l$ 1/с (где l - длина рыбы).

Бросковые скорости соответствуют внезапному действию орудий лова на объект лова. Максимальные скорости наблюдаются при перемещении возбужденной рыбы в зоне орудия лова. Крейсерские скорости рыбы развивают при миграциях или спокойном перемещении в зоне орудия лова.

Минимальную скорость потока, при которой рыба сносится течением, учитывают при попадании рыбы в турбулентные потоки вихревых шлейфов траловых досок и подъемных щитков, в мешке трала, кильватерной струе судна и особенно при лове рыбонасосами. Она зависит от освещенности в водоеме, температуры воды, степени турбулентности потока, стесненности пространства в зоне орудия лова, времени действия потока. В наиболее благоприятных условиях такая скорость соответствует максимальным скоростям движения рыб и колеблется от $3l$ до $10l$ 1/с. В неблагоприятных условиях, например при ночном режиме освещения, эта скорость падает до нуля.

Минимальную скорость потока, при которой начинается реореакция, важно знать для оценки ориентирующего действия естественного потока, особенностей поведения рыбы в гидродинамическом поле сетных орудий лова и рыбонасосов. Такие скорости колеблются от 0,02-0,01 м/с для пелагических рыб до 0,2-0,3 м/с для донных рыб.

Скорость движения рыбы при оптомоторной реакции важна в связи с реакцией на сетное полотно и применением оптомоторных устройств для интенсификации лова. Скорость рыбы при оптомоторной реакции обычно соответствует крейсерским скоростям. Однако при оптомоторной реакции в попутном потоке сетного полотна рыба способна перемещаться со значительно большей абсолютной скоростью.

Под маневренностью понимают способность рыбы к изменению направления движения. Маневренность рыб учитывают при анализе поведения в зоне орудий лова и выборе некоторых показателей способа лова.

Скорость погружения и подъема рыбы важна для оценки реакции рыбы на рыболовное судно и элементы орудий лова, обоснования некоторых показателей тралового и кошелькового лова, лова рыбонасосными установками.

У большинства рыб первоначальная скорость погружения составляет 0,6-0,8 м/с, а иногда достигает 1,0-1,5 м/с. Средняя скорость погружения равна, как правило, 0,4-0,5 м/с. Скорость подъема рыбы при оборонительной реакции обычно меньше скорости погружения.

4.2.4. Показатели горизонтальных миграций важны при выборе места и времени лова, режима работы орудий лова, тактики наведения орудий лова на облавливаемые скопления и т.д. Косвенно показатели горизонтальных миграций учитывают при обосновании скорости перемещения и некоторых размеров орудий лова, параметров физических средств интенсификации лова. Наибольшие скорости наблюдаются при активных нерестовых, зимовальных, кормовых (к местам нагула) миграциях, когда эти скорости соответствуют крейсерским скоростям движения рыб и достигают в среднем 1-4/1/с. Однако на отдельных участках миграций такие скорости

могут быть значительно больше (до 2-3м/с). Наоборот, зимующие косяки всех видов рыб перемещаются с очень небольшой скоростью. Медленными могут быть миграции морских рыб под влиянием изменения термического режима вод и при постепенном поедании корма (до нескольких километров в сутки).

4.2.5. Показатели вертикальных миграций необходимо знать для оценки самой возможности лова, наведения орудий лова на скопления рыб, выбора размеров и скорости орудий лова, времени лова, определения целесообразности применения физических средств интенсификации лова и некоторых их параметров.

Во время вертикальных миграций рыба в основном придерживается глубин с сумеречным режимом освещения. Для рыб различного вида, возраста и физиологического состояния освещенность в пределах этого режима не совпадает. Это определяет толщину слоя, в котором рыба в процессе миграций располагается. Для однородного по составу скопления толщина слоя меньше. Скорость вертикальных миграций в основном изменяется от 0,005 до 0,025м/с.

4.2.6. Важное значение имеет форма, размеры и плотность косяков и скоплений рыб.

Под косяками понимают концентрации рыб, горизонтальные и вертикальные размеры которых соизмеримы с размерами орудий лова или облавливаемого ими объема. В отличие от косяков горизонтальные размеры скоплений значительно превышают размеры орудий лова, и их обычно облавливают за несколько циклов лова или несколькими орудиями лова.

Параметры косяков и скоплений зависят от периода жизненного цикла рыбы, ее состояния, абиотических и биотических факторов внешней среды.

Ходовые косяки часто бывают заостренной, клинообразной или каплеобразной формы. Это обеспечивает им наилучшие гидродинамические качества. Косяки рыб в период нагула чаще имеют округлую форму или форму «кормового пятна». Разнообразную форму имеют зимующие косяки,

косяки при сильном испуге, уплотнении, рассредоточении, вертикальных миграциях. В зависимости от массы различают малые (до 5т), средние (до 20т), крупные (до 50т) и очень крупные (50т и более) косяки, в которых насчитывается до нескольких сотен тысяч рыб.

Горизонтальные размеры промысловых косяков в толще воды колеблются от нескольких метров до 400-500м, а вертикальные - от нескольких метров до 150-200м. Наиболее часто в море встречаются косяки и скопления высотой от 10-15 до 40-50м.

Пелагические рыбы в условиях зрительной ориентации часто придерживаются слоя с определенным диапазоном освещенности, которая зависит от прозрачности воды по диску Секки X_c . Ориентировочно модальная высота пелагических косяков и скоплений равна $1,0-1,5 X_c$, а 80% косяков и скоплений имеют высоту менее $2,0-2,5 X_c$. Когда зрительная ориентация затруднена или невозможна, рыба обычно располагается в большем диапазоне глубин, если этому не препятствуют температура или соленость, грунт и т.д.

Донные рыбы в основном встречаются небольшими косяками или единично на сравнительно большой площади. Высота скоплений донных рыб различна. Так, камбала держится ночью и днем у самого дна. Треска в Северном море в течение дня находится на расстоянии до 20м от грунта, а ночью до 50м от грунта.

Плотность пелагических и придонных косяков колеблется от десятых долей грамма на $1м^3$ до $0,5-4,0кг/м^3$. Так, плотность разреженных скоплений минтая достигает $30-50г/м^3$, трески, пикши, окуня, лососевых - $0,1-0,3г/м^3$, нагульной сельди - $1-5г/м^3$. Во время зимовки плотность косяков сельди составляет $50-200г/м^3$. В период нагула плотность косяков той же сельди достигает $0,6-0,7кг/м^3$.

Часто плотность косяков неодинакова по горизонтали и по вертикали. У ходовых косяков большую плотность имеет обычно головная часть их.

Плотность донных скоплений редко превышает 1,0-1,5кг/м² и отличается неравномерностью. Коэффициент вариации по плотности распределения донных рыб иногда достигает 50-100 и более.

4.2.7. В естественных условиях на объект лова действуют световые, акустические, гидродинамические и тепловые поля, поля растворенных и взвешенных веществ. Соответственно большинство рыб обладает хорошо развитым зрением, слухом, обонянием, вкусом, органами восприятия гидродинамических и тепловых полей. Кроме того, рыба способна воспринимать сильные и слабые электрические поля, а также магнитные поля.

Пелагические рыбы обычно ориентируются в окружающей обстановке с помощью зрения и органов восприятия гидродинамических полей (органов боковой линии, механорецепторов). Если ориентация рыб в световых и гидродинамических полях невозможна, более эффективно работают другие органы восприятия. Донные рыбы и рыбы, обитающие в мутных водах, кроме органов зрения, боковой линии и механорецепторов, широко используют для ориентации слух, обоняние, электрорецепцию.

4.3. Основные особенности поведения рыбы в зоне сетных орудий лова

4.3.1. В зоне орудий лова, кроме раздражителей, характерных для естественных условий, действуют новые раздражители. Появление их для рыбы часто внезапно, а интенсивность действия изменяется быстро. Новые раздражители снижают роль всех естественных физических полей, кроме световых. Зрительная ориентация в зоне сетных орудий лова в условиях хорошей видимости имеет наибольшее значение.

Как и в естественных условиях, в зоне орудий лова на поведение рыбы влияют внутренние потребности и внешние факторы. Здесь роль внешних факторов возрастает. Однако внутренние потребности продолжают играть существенную роль. Об этом свидетельствует, например, зависимость пове-

дения объекта лова в зоне орудий лова от периода годового цикла жизни рыбы.

Неподвижные и малоподвижные орудия лова (ловушки, ставные и дрейфтерные сети) обычно вызывают у рыбы ориентировочную реакцию. Такая реакция носит исследовательский характер и служит для рыбы средством изучения орудия лова.

В зоне подвижных орудий лова у рыбы возникает ориентировочная или оборонительная реакция. Ориентировочная реакция не вызывает резкого изменения поведения объекта лова. Оборонительная реакция проявляется в бросках вниз, вверх или в стороны, затаивании, попытках пройти ячею или выпутаться из нее, обойти орудие лова как препятствие.

Кроме ориентировочной и оборонительной, в зоне орудий лова возможна реореакция и оптомоторная реакция. Реореакция (реакция на течение) возникает в естественных гидродинамических полях и гидродинамических полях орудий лова. Оптомоторная реакция проявляется в следовании за подвижными зрительными ориентирами, в том числе за сетными элементами орудий лова.

Одна реакция может переходить в другую или индифферентное отношение к орудию лова.

Рассмотрим особенности поведения рыбы у различных частей сетных орудий лова.

4.3.2. Неподвижная сетная стенка (крыло) обычно выполняет задерживающие и направляющие функции. В условиях зрительной ориентации и достаточно высокой прозрачности воды направляющее и задерживающее действие оказывают световые поля контрастов сетной стенки. В таких условиях рыба обычно не проходит даже крупноячеинное сетное полотно.

Когда зрительная ориентация невозможна или затруднена, сетная стенка плохо выполняет направляющие функции, а задерживает рыбу лишь как механическая преграда. Поведение рыбы у стенки характеризуется длительностью перемещения вдоль стенки и расстоянием до нее в процессе

такого перемещения. Направленное перемещение рыбы наиболее продолжительно при дальности видимости сетного крыла 1-2м и при высокой миграционной активности рыбы.

Отдельные рыбы перемещаются вдоль крыла на расстоянии, не превышающем 1-2м, обычно в пределах его видимости. Ширина хода вдоль крыла косячных рыб достигает 10-12м и более. Длительность направленного перемещения определяет целесообразную длину крыла, а расстояние, на котором рыба перемещается вдоль крыла, размеры входных устройств на конце крыла.

4.3.3. Подвижная сетная стенка обычно также выполняет задерживающие и направляющие функции. Направленное перемещение рыбы в этом случае возможно вместе с сетной стенкой как механической преградой, вдоль сетной стенки при контактном или неконтактном воздействии стенки. Направленное перемещение вместе с сетной стенкой как механической преградой наблюдается при высокой концентрации рыбы или неблагоприятных условиях для зрительной и других видов ориентации рыбы.

Направленное перемещение рыбы вдоль сетной стенки при контактных воздействиях возможно, когда сетное полотно перемещается под небольшим углом к своей плоскости, и рыба при соприкосновении со стенкой скользит по ней.

Направленное перемещение рыбы при неконтактных воздействиях у подвижной сетной стенки наблюдается в основном в условиях зрительной ориентации рыбы. Перемещение тем успешнее, чем выше миграционная активность рыбы и чем меньше угол между плоскостью сетного полотна и направлением миграции рыб.

4.3.4. Входные устройства направляют рыбу в улавливающую, например концентрирующую часть орудия лова. Наиболее разнообразны входные устройства в ловушках, которые накапливают рыбу благодаря особой конструкции, облегчающей заход рыбы в орудие лова и затрудняющей обратный выход из него.

В зависимости от вида орудия лова, особенностей поведения объекта лова, сложившихся традиций входные

устройства могут быть обычным входом в сетной мешок, вентерного типа, в виде вертикальной или горизонтальной щели, наклонного лотка или их комбинацией.

Наиболее прост вход рыбы во входное устройство первого типа, но оно обладает и наименьшей удерживающей способностью. Напротив, входные устройства вентерного типа и в виде наклонного лотка затрудняют заход рыбы в орудие лова, но хорошо удерживают рыбу в нем.

Орудие лова может иметь несколько последовательно расположенных входных устройств одного и нескольких видов. Это повышает удерживающую способность орудий лова, но в известной степени затрудняет заход в них рыбы.

4.3.5. Неподвижные сетные мешки и садки, имеющие различную форму и размеры, предназначены для концентрации рыбы и ограничены со всех сторон сетным полотном или с одной из сторон поверхностью воды. Способность садков выполнять концентрирующие функции зависит от вида и параметров входного отверстия в него, его расположения в мешке, размеров и формы садка. При малой концентрации в садке рыба чаще перемещается вдоль его стенок, а при большой - относительно равномерно распределена по всему его объему. С учетом этого входные устройства предпочитают располагать вдали от стенок садка. Если концентрация рыбы в садке достигла некоторой критической, то вероятность ухода рыбы из садка существенно возрастает.

4.3.6. Подвижные сетные мешки являются целым орудием лова или только его концентрирующей частью. Переднюю (направляющую) часть сетного мешка целого орудия лова - часто делают крупноячейной, концентрирующую часть мешка - мелкоячейной.

Выход рыбы через крупноячейную часть сетного мешка при сравнительно небольшой скорости его перемещения невелик, так как этому препятствуют гидродинамические и световые поля контрастов оболочки мешка. При большой скорости перемещения, лове крупных и плотных скоплений рыбы и при отсутствии зрительной ориентации уход рыбы через оболочку мешка существенно повышается. При недо-

статочной скорости перемещения сетного мешка возможен обратный выход рыбы через его входное отверстие даже той рыбы, которая находилась в конце сетного мешка.

В концентрирующей части мешка рыба обычно лишена подвижности и в основном возможен уход мелкой рыбы через ячею. Размер ячеи принимают таким, чтобы прилов рыбы непромысловых размеров не превышал заданного.

4.3.7. Вихревые шлейфы взмученной воды образуются при движении веревочно-канатных и других элементов орудий лова по грунту. Со временем шлейфы изменяют свои размеры, форму, структуру и положение в зависимости от параметров движения орудия лова, естественных процессов переноса, интенсивности взмучивания грунта. В одних случаях (вихревые шлейфы траловых досок, урезов донных неводов) такие шлейфы выполняют задерживающие и направляющие функции, препятствуя уходу рыбы из зоны облова, в других (закидные невода) они не выполняют управляющих функций.

Возможен частичный уход рыбы через вихревые шлейфы и над вихревыми шлейфами. Вероятность ухода рыбы из зоны облова повышается при большой скорости перемещения шлейфов и малой их интенсивности.

4.4. Основные особенности поведения и распределения рыбы в физических полях средств повышения эффективности лова

4.4.1. Физические поля средств интенсификации лова служат для расширения зоны облова сетных орудий лова, уменьшения вероятности ухода рыбы из зоны облова различными путями, концентрации рыбы перед ее обловом и т.д. Кроме того, такие орудия, как рыбонасосы, бортовые и конусные подхваты, вообще не работают без применения таких средств.

В рыболовстве применяют искусственные световые, электрические, акустические, гидродинамические поля, поля растворенных и взвешенных веществ, тепловые поля.

4.4.2. Для лова используют положительную и отрицательную реакцию рыбы на свет искусственных источников.

Привлечение рыбы в зону искусственного света считают в основном проявлением условного пищевого рефлекса или рефлекса ухода от опасности, а отрицательную реакцию - результатом условного оборонительного рефлекса. Привлекающее действие света особенно велико, если он одновременно служит пищевым сигналом и сигналом ухода от опасности.

Реакция рыбы на искусственный свет часто имеет сезонную или суточную периодичность, а иногда зависит от случайных колебаний условий внешней среды или биотических факторов.

Поведенческие реакции рыбы в зоне действия искусственного света во многом зависят от режима работы, положения и параметров источников света. Так, в отличие от стационарного светового поля свет мигающих источников и подвижное световое поле значительно чаще вызывают оборонительную реакцию. В зависимости от положения источника (надводное, у дна, в толще воды) реакция рыбы на искусственный свет может быть положительной отрицательной или нейтральной. Неодинакова реакция рыбы на свет неподвижных и подвижных источников.

В рыболовстве применяют одиночные источники и совокупность источников подводного и надводного освещения.

В промысловых водоемах радиус зоны действия одиночного источника подводного освещения не превышает 40-50м.

На размеры зоны действия влияет прозрачность воды, мощность и спектральный состав света источников, привлеченная светом рыба.

Для увеличения размеров зоны действия светового поля используют совокупность подводных источников, расположенных на некотором расстоянии друг от друга. Обычно применяют совокупность линейно расположенных источников, которые выполняют роль световых ограждений или световых трасс.

На образование световых полей надводных источников влияют те же факторы, что и на световое поле подводных источников. Кроме того, значение имеет отражение света на границах воздушной и водной среды, высота подвеса источников, ослабление света воздушной средой. При углах падения световых лучей более 75° количество света, проникающего в воду, резко уменьшается. По этой причине линия равных освещенностей светового поля надводных источников в воде имеет вид куполообразных кривых. Такой же вид имеют кривые, ограничивающие их зону действия. При лове на одном судне используют надводные источники с суммарной мощностью до 150-200кВт. При этом горизонтальный размер зоны их действия у самой поверхности воды достигает нескольких сот метров, в то время как максимальная высота зоны действия (под источниками) не превышает 40-50м.

Горизонтальные размеры зоны действия источников надводного освещения в большой степени зависят от высоты подвеса источников. Так, увеличение высоты подвеса источников в 2 раза эквивалентно повышению мощности источников в такое же количество раз.

Туманы, атмосферная дымка сокращают горизонтальные размеры зоны действия надводных источников в несколько раз.

При высокой ночной освещенности (например, при ясном небе с луной) резко возрастает пороговое значение освещенности глаз рыбы. Это также уменьшает горизонтальные размеры зоны действия источников.

Для получения нужных горизонтальных и вертикальных размеров зоны действия источников иногда применяют световые приборы (абжуры, люстры и т.д.).

Так как вертикальные размеры зоны действия надводных источников невелики, то их применяют лишь при лове рыбы в самых поверхностных слоях воды.

Совокупность надводных источников можно использовать как световые заграждения и световые трассы.

4.4.3. В отличие от многих других раздражителей, сильные электрические поля действуют не на отдельные ор-

ганы и ткани, а на весь организм в целом, и реакция рыбы на действие таких полей носит вынужденный безусловный характер. В рыболовстве применяют униполярный (постоянный) и биполярный (переменный), непрерывный или импульсный токи. Физиологическое действие переменного тока сильнее, чем постоянного. Импульсный ток, по сравнению с непрерывным, существенно снижает расход энергии на образование поля, а иногда улучшает его управляющее действие.

Постоянный ток (непрерывный или импульсный) по мере увеличения интенсивности его действия вызывает у рыбы минимальную реакцию, возбуждение, анодную реакцию и электронаркоз. Минимальная реакция - первое видимое проявление реакции на действие электрического поля, когда рыба вздрагивает, плавники ее расширяются, повышается деятельность жабр. Реакция возбуждения характеризуется беспоконным поведением, бросками рыбы и т.д. Анодная реакция проявляется в направленном перемещении рыбы в сторону положительного электрода - анода. В состоянии электронаркоза рыба теряет способность к активному перемещению.

Переменный ток вызывает у рыбы последовательно минимальную реакцию, возбуждение, угнетение и электрошок. Первые две и последняя реакции проявляются в общем так же, как и при действии постоянного тока. Реакция угнетения характеризуется тем, что движение рыбы парализуется, дыхание замедляется, рыба как бы оказывается в состоянии полупаралича. После прекращения действия тока рыба приходит в нормальное состояние.

Особенности действия электрического тока на рыбу определяют область применения электрических полей в рыболовстве. Так, реакцию возбуждения используют в электро-рыбозаградителях и в других случаях, когда необходимо отпугнуть рыбу или увеличить ее двигательную активность. Анодная реакция служит для направления рыбы к залавливающему устройству с расстояний не более 5-6 м. Остальные реакции обычно используют для уменьшения двигательной активности рыбы, а также ухода рыбы из зоны облова.

Действие электрических полей на рыбу оценивают действительным напряжением тела рыбы, равным разности потенциалов между головой и хвостом рыбы. Пороговые значения реакций рыб, выраженные действительным напряжением тела рыбы, изменяются в основном от 1 до 10В. Действие электрического поля на рыбу тем сильнее, чем больше длина рыбы. Эта особенность действия электрического поля служит предпосылкой организации селективного лова преимущественно крупной рыбы.

В рыболовстве в основном применяют двухэлектродные и многоэлектродные системы линейно расположенных электродов. Размеры зоны управляющего действия электрического поля двух-электродной системы редко превышают 6-8м. Также невелики поперечные размеры зоны действия системы линейно расположенных электродов. Их продольные размеры достигают 100м и более и ограничены в основном расходом энергии на образование поля.

В морских водоемах, где электрическая проводимость воды высокая, на образование электрического поля затрачивается большая мощность. Так, при лове рыбонасосом с применением света и электрического тока мощность электроагрегата достигает 20-30кВт, а при лове тралами с применением электрического тока лишь применение импульсного тока уменьшает потребляемую мощность до 50-100кВт. В пресноводных водоемах необходимая мощность агрегатов для электролова редко превышает 10-15кВт.

4.4.4. Для управления поведением рыбы используют механические (небиологические) звуки и звуки, имитирующие биосигналы.

Механические звуки вызывают у рыбы ориентировочную, оборонительную и пищевую реакции. Ориентировочная реакция на такие звуки наблюдается в начальный период действия акустического поля на рыбу. Ориентировочная реакция переходит в индифферентное отношение к звуку, оборонительную или пищевую реакцию. Оборонительная реакция обычно кратковременна. Она четко выражена лишь на звуки большой интенсивности, особенно если их действие

внезапно и они переменны по амплитуде к спектральному составу. Пищевая реакция на звуки небологического происхождения возможна, если они ранее подкреплялись питанием.

Значительно разнообразнее по сигнальному значению и проявлениям реакция рыбы на звуки, имитирующие биосигналы.

Акустическими сигналами сопровождается большинство актов внутривидовых и межвидовых отношений рыб. Такие сигналы делят на сигналы первого порядка, излучаемые с помощью специальных органов, и сигналы второго порядка, которые возникают непроизвольно в ходе поведенческих реакций. Среди них наибольшее значение для оптимизации рыболовства имеют звуки опасности, питания и нерестовые звуки.

Наиболее перспективно использование акустических биосигналов для лова одиночных и парных рыб, у которых сильно развита акустическая сигнализация, наименее - для типично стайных рыб.

Наибольшее применение в рыболовстве имеют точечные источники акустического поля. Акустические сигналы довольно слабо затухают в воде, и зона их действия может достигать нескольких километров.

Существенно сокращают зону действия акустического сигнала акустические шумы в водоеме.

4.4.5. Действие гидродинамического поля на рыбу может быть безусловным и условным. Безусловное действие оказывают гидродинамические поля большой интенсивности, вызывающие перемещение рыбы. Безусловный характер имеет также реореакция (реакция на течение). Безусловной или условной может быть реакция рыбы на гидродинамические поля, образованные подводными объектами. Так, поля от небольших предметов способны вызвать у рыбы условную пищевую реакцию, от крупных - оборонительную. Кроме того, естественные и искусственные гидродинамические поля влияют на поведение рыбы в стае.

Из искусственных гидродинамических полей наиболее важны поля рыбонасосов. Внешняя часть гидродинамического поля рыбонасоса вызывает у рыбы реореакцию, а внутренняя, примыкающая к залавливающему устройству, принудительное перемещение рыбы. Картина гидродинамического поля рыбонасосной установки имеет довольно сложный характер, она зависит от формы наконечника залавливающего устройства. Высота зоны всасывания рыбонасосной установки обычно не превышает 0,3-0,4м.

Широкое распространение должны получить гидродинамические поля нагнетающих насосов. Размеры зоны действия таких насосов при использовании реореакции рыб достигают нескольких сот метров, а при принудительном перемещении рыб - нескольких метров.

4.4.6. Поля растворенных и взвешенных веществ действуют на органы обоняния, вкуса, слуха, зрения, боковой линии, кожные рецепторы рыбы, оказывают общефизиологическое действие. Для управления поведением рыбы можно использовать растворенные вещества небиологической природы и вещества, имитирующие продукты жизнедеятельности рыб и других водных животных. Взвеси, применяемые для той же цели, имеют обычно небиологическую природу.

Растворенные и взвешенные вещества небиологической природы служат для рыбы ориентировочным, оборонительным и пищевым сигналом, сигналом ухода от опасности или выступают как сверхсильный раздражитель общефизиологического действия. Растворенные вещества, имитирующие продукты жизнедеятельности животных, обычно вызывают ориентировочную, нерестовую, пищевую или оборонительную реакцию.

Вид реакции в рассматриваемых полях часто зависит от концентрации растворенного или взвешенного вещества. При изменении концентрации вещества одна реакция может переходить в другую. Практически можно создавать поля растворенных веществ объемом до 10^{15} м^3 .

Образование и существование полей растворенных и взвешенных веществ обычно связано со сложными процес-

сами естественного переноса водных масс. В основном поля растворенных и взвешенных веществ предназначены для концентрации рыбы. Возможность их применения для этой цели зависит, в частности, от размеров зоны действия полей.

4.4.7. Тепловые поля действуют как безусловный раздражитель на терморцепторы рыбы или оказывают общефизиологическое действие. Температура воды служит не только прямым нервным раздражителем, но и регулятором процессов обмена и физиологической активности, влияет на двигательную активность рыбы.

В искусственных тепловых полях обычно поддерживают температуру, которая способствует, например, пищевым и нерестовым взаимоотношениям рыб и удерживает их в таких полях.

На образование и существование промысловых тепловых полей влияют те же факторы, что и на работу полей растворенных и взвешенных веществ. Кроме того, энергия тепловых полей в водоеме частично уходит в воздушную среду. Для создания достаточно больших по размеру тепловых полей необходимы значительные затраты энергии.

4.4.8. Для повышения эффективности лова используют воздушно-пузырьковые завесы. Для образования завес в водоеме погружают шланги (трубы) с небольшими отверстиями по длине шланга. Через отверстия с помощью компрессора прокачивают воздух. Воздушно-пузырьковые завесы можно использовать вместо сетного крыла для выполнения направляющих и задерживающих функций.

Завесы служат источником световых, акустических, гидродинамических полей, полей взвешенных веществ. Кроме того, в зоне воздушных завес нарушается естественное распределение температуры по глубине водоема и иногда образуется мутьевое облако.

Роль тех или иных полей воздушно-пузырьковой завесы зависит от условий внешней среды и особенностей рецепции и ориентации рыбы. В условиях зрительной ориентации, когда дальность видимости завесы превышает 0,5-1,0м, задерживающие и особенно направляющие функции воздуш-

ных завес выполняют в основном световые поля. Когда зрительная ориентация невозможна или затруднена, увеличивается роль акустических и других видов полей.

Наиболее эффективны воздушные завесы при хорошей видимости, слабом течении и волнении, когда течение и перемещение рыбы по направлению не совпадают, а также при ловле осторожной рыбы с хорошо развитыми системами зрительной и акустической ориентации.

Воздушные завесы обеспечивают селективность лова за счет различного стремления рыб двигаться в определенном направлении, неодинакового управляющего действия полей на рыб разных видов и размеров, использования особенностей распределения рыб разного вида и возраста по горизонтали и вертикали.

4.5. Общие особенности действия физических полей на рыбу

4.5.1. Для повышения эффективности лова важно знать не только характеристику физических полей, но и особенности их действия на объект лова.

4.5.2. Отдельным видам физических полей соответствуют рецепторы и органы рыбы, которые эти физические поля воспринимают. В то же время, например, электрические поля действуют практически на все возбудимые органы и ткани рыбы. Акустические поля воспринимают как орган слуха рыбы, так и орган боковой линии. Гидродинамические поля воспринимают механорецепторы рыбы и орган боковой линии. При этом рыба способна воспринимать как гидродинамические поля скоростей, так и гидродинамические поля давлений.

4.5.3. Для анализа и оптимизации лова необходимо знать функциональные свойства приемников восприятия физических полей. Функциональные свойства можно рассматривать с учетом энергетического и информационного действия физического поля на рыбу. Так, с точки зрения энергетического действия поля, различают следующие показатели зрения рыб: светочувствительность, цветовосприятие, кон-

трастная чувствительность, острота зрения, восприятие движений, элементы пространственного зрения. Для всех органов восприятия рыбы основными информационными показателями органов восприятия являются информационная чувствительность, пропускная способность и помехоустойчивость.

4.5.4. При энергетической оценке действия физических полей на объект лова интенсивность действия поля на рыбу пропорциональна интенсивности раздражения (сигнала), поступающего на специальные рецепторы или возбудимые ткани рыбы.

Методы энергетической оценки действия полей на объект лова позволяют определять

- энергетическую интенсивность действия полей на рыбу;
- сравнивать действие на рыбу полей различной структуры и качественного состава;
- оценивать действие полей при изменении показателей амплитудной, частотной и импульсной модуляции сигнала;
- находить интенсивность действия поля по различным направлениям относительно источника поля и при изменении положения и ориентации рыбы.

4.5.5. Энергетическая оценка действия физических полей на рыбу не всегда объясняет особенности реакции рыбы на действие физических полей, поскольку они являются также источником информации.

Информационный подход к воздействию физических полей на рыбу, позволяет на новом, более высоком уровне давать качественную и количественную оценку процессам и явлениям, происходящим во время лова, объяснять особенности поведения и распределения объекта лова, более эффективно управлять процессом лова.

О важности информационного подхода при решении задач промышленного рыболовства свидетельствует перечень информационных свойств физических полей и объекта

лова как приемника информации. Так, основными информационными свойствами физических полей являются возможный объем передаваемой информации, который зависит от информационной емкости сигнала; дальность передачи информации; стабильность передачи информации; уровень помех при передаче информации в водной среде; скорость распространения информации. Основные информационные свойства объекта лова как приемника информации перечислены выше.

4.6. Особенности ориентации и оценки поведения объекта лова в зоне действия физических полей

4.6.1. Поведение рыбы в физических полях и управляющее действие физических полей во многом зависит от особенностей ориентации рыбы в полях с учетом свойств физических полей и их восприятия.

4.6.2. Ориентирующее действие физических полей, прежде всего, связано с определением направления в поле, в том числе направления на источник поля. В наибольшей степени ориентирующие свойства характерны для световых полей, прежде всего, благодаря неравномерности распределения света по различным направлениям и парности органа зрения рыбы. Парность органов восприятия определяет хорошее ориентирующее действие на рыбу гидродинамических полей, акустических полей на небольшом расстоянии от источника поля. В электрических полях ориентация рыбы возможна благодаря изменению интенсивности действия поля при различном положении тела рыбы относительно силовых линий поля. Во всех полях определение направления на источник поля возможно, но сложно для рыбы при изменении интенсивности действия поля в зависимости от расстояния до источника поля.

Во многих случаях ориентирующее действие поля неодинаково проявляется в полях различной интенсивности, при восприятии сигнала на фоне помех, при искажении поля предметами и т.д.

До недавнего времени преобладала качественная оценка поведения в зоне действия физических полей. Оценка предполагает словесное описание проявлений реакций рыбы на внешние воздействия (Протасов, 1978). Несколько позднее появились различные общие и частные качественные оценки поведения с учетом характера условного или безусловного действия поля на рыбу, особенностей распределения рыб в зоне орудия лова.

4.6.2. Поведение объекта лова изучают и моделируют прежде всего с целью совершенствования управления объектом лова и повышения эффективности лова. Этим требованиям в наибольшей степени отвечает разработка статистических моделей поведения рыбы (моделей уловистости орудий лова).

Построение статистических моделей основано на теории распознавания образов, когда учитывают вероятность проявления основных особенностей поведения рыбы на отдельных этапах управления процессом лова так, что суммарная вероятность проявлений поведения равна 1.

При решении промысловых задач промышленного рыболовства, вероятность проявления основных особенностей поведения рыбы соответствует вероятности ухода рыбы из зоны облова тем или иным путем. Так, при трех путях ухода рыбы из зоны облова сумма вероятностей ухода рыбы из зоны облова плюс вероятность перехода рыбы на следующий этап лова (вероятность того, что рыба останется в зоне облова) равна 1.

Статистические модели можно разрабатывать не только для отдельных этапов лова (отдельных участков зоны облова), но и для процесса лова в целом. В последнем случае статистическая модель поведения рыбы является общей и сумма вероятностей ухода рыбы различными путями на всех этапах лова в ней равна 1 плюс вероятность попадания рыбы в улов.

В рассмотренном виде статистические модели содержат лишь некоторые вероятности поведения объекта лова и не устанавливают, от каких факторов они зависят. Разработан

метод, который позволяет каждую вероятность выразить через факторы, от которых вероятность ухода рыбы зависит, в том числе через характеристики физических полей, показатели перемещения орудия лова. Значительно облегчает разработку таких развернутых статистических моделей то обстоятельство, что вероятности ухода рыбы из зоны облова, перехода на очередной этап лова или попадания в улов связаны с влияющими факторами в основном экспоненциальными зависимостями.

К сожалению, другие способы разработки математических моделей поведения объекта лова (например, с применением дифференциальных уравнений) использовать для решения конкретных задач сложно.

4.7. Определение размеров зоны действия физических полей

4.7.1. Одной из задач промышленного рыболовства является определение размеров и формы зоны действия (зоны обнаружения) физических полей, а также их отдельных участков с различными особенностями действия поля на объект лова. Возможно определение зоны действия одного источника и нескольких источников, образующих единое поле.

4.7.2. Размеры зоны действия физического поля можно определить, если известна картина поля и порог обнаружения поля рыбой (порог чувствительности). В этом случае граница зоны облова ограничена линией или поверхностью, которым соответствует пороговое значение чувствительности органа восприятия рыбы.

Задача усложняется при одновременном действии на рыбу шумов.

В простейшем случае сигнал и шум постоянны, и границу зоны обнаружения находят, приравнивая выражения для оценки сигнала и шума. В результате решения в общем случае получают уравнение поверхности или линии, определяющей границу зоны обнаружения. Однако определение размеров и формы зоны обнаружения сигнала из рассмотренного условия дает положительные результаты, если постоян-

ный сигнал воспринимается на фоне шумов, интенсивность которых равна интенсивности сигнала. В общем случае необходимо знать пороговое отношение сигнал/шум, которое может быть как больше, так и меньше единицы.

Еще более сложно определение границы зоны действия поля, если сигнал и шум являются случайными функциями. В этом случае определение зоны действия поля основано на применении теорем о численных характеристиках случайных величин и функций.

Рассмотренные особенности оценки зоны действия поля характерны также для определения размеров отдельных участков поля.

4.7.3. Положение границы зоны обнаружения и участков поведенческих реакций непостоянно и связано как с изменением картины поля, так и с особенностями действия поля на различных рыб. Поэтому в общем случае вместо четких границ зон и участков при наличии необходимых данных следует указывать границы, соответствующие различным вероятностям проявления тех или иных реакций или состояния поля. При таком подходе к решению задачи происходит частичное наложение участков поля друг на друга. Кроме того, по различным причинам отдельные участки могут появляться и исчезать, изменять свою форму и размеры, перемещаться вместе с подвижными орудиями лова.

4.6.4. При оценке размеров зон и участков поля пороговые значения обычно принимают с учетом особенностей действия физических полей, реакции и состояния рыбы. При этом в практике лова возможны следующие случаи:

- интенсивность действия поля на рыбу постоянна;
- интенсивность действия поля нарастает постепенно и действует длительное время (например, при относительном перемещении рыбы и поля);
- интенсивность действия поля нарастает мгновенно и действует длительное время;
- раздражитель является последовательностью импульсов.

Различие порогов чувствительности и реакций для различных случаев действия поля вытекает из характера физико-химического действия раздражителя на живые органы и ткани рыбы. Так, при медленном нарастании раздражителя наблюдается явление адаптации как способность организма приспосабливаться к действию медленно нарастающего раздражителя. Адаптация приводит к росту порога реакций, пропорциональному скорости нарастания раздражителя:

$$F_{\Pi} - F_{\text{по}} = mt^n, \quad (4.1)$$

где F_{Π} - пороговое значение реакции, когда раздражитель нарастает в течение времени t ; $F_{\text{по}}$ - тот же порог для почти мгновенно нарастающего раздражителя; m - коэффициент пропорциональности; n - коэффициент, характеризующий процесс адаптации ($n < 1$).

При мгновенном нарастании действия поля, которое затем действует непрерывно и длительное время, пороговое значение реакции определяют с учетом величины порога чувствительности при малой интенсивности действия поля и порога реакций при большой интенсивности раздражителя.

Когда на рыбу действует импульсный сигнал, то при оценке порога реакций учитывают время действия раздражителя и явление рефрактерности (временной невозбудимости). В этом случае порог реакций определяют с учетом общеизвестного закона взаимосвязи между пороговым значением и длительностью действия раздражителя t :

$$F_{\Pi} = \frac{a}{t} + b, \quad (4.1)$$

где a и b – эмпирические коэффициенты.

При оценке порогового значения раздражителя и особенностей действия импульсного сигнала на рыб учитывают влияние на них формы импульса и промежутка между импульсами.

4.8. Особенности управления объектом лова с применением физических полей

4.8.1. Как следует из общего принципа действия орудий лова, задача технических средств лова состоит в образовании зоны облова, концентрации там рыбы и в наибольшей вероятности удержания этой рыбы в зоне облова.

Зону облова создают путем перемещения орудия лова, охвата рыбой некоторого пространства водоема, перемещения рыбы в зону облова, путем образования физических полей и несколькими способами, состоящими из первых четырех способов.

Физические поля в образовании зоны облова имеют решающее значение в четвертом способе и способствуют увеличению размеров зоны облова в некоторых второстепенных комбинированных способах. Однако и в основном способе образования зоны облова с применением физических полей они выполняют в основном пассивную функцию образования поля определенных размеров. Лишь в относительно редких случаях лова с применением световых, электрических, гидродинамических и других видов полей они участвуют в образовании зоны облова, создавая заграждение, у которого (или в котором) рыба концентрируется. Таким образом, управляющие функции физических полей в основном имеют значение при переходе рыбы с одного этапа лова на другой или препятствуя уходу рыбы из зоны облова тем или иным путем.

4.8.2. Рассматривая способы управления объектом лова, процесс лова целесообразно делить на этапы так, чтобы на каждом этапе были близкими или одинаковыми условия внешней среды, показатели поведения объекта лова, способы управления поведением.

Этому условию обычно отвечают отдельные участки зоны облова, в том числе орудия лова. Благодаря делению процесса лова на этапы возможно поэтапное описание поведения объекта лова, необходимое для разработки математических моделей уловистости, производительности и селективности лова.

Рассмотрим основные, практически важные способы управления объектом лова с применением физических полей с учетом управляющих функций полей.

4.8.3. Наиболее простыми являются задерживающие функции физических полей, которые позволяют концентрировать рыбу на границе поля и в самом поле соответственно при положительной и отрицательной реакции рыбы на поле. Такое поле обычно имеет большую длину и относительно небольшие поперечные размеры. Рыба способна концентрироваться в самом поле (например, в световом), если поле имеет большие участки с благоприятными для рыбы условиями.

Если действие управляющего поля сопровождается действием шумов, то интенсивность шумов учитывают при оценке размеров зоны действия поля или его участков. Кроме характеристик поля, успешность его действия зависит, прежде всего, от устойчивости положительной реакции рыбы, которая может быть непродолжительной.

Особым случаем задерживающего действия служат тепловые поля, поля растворенных и взвешенных веществ, если по своей интенсивности и качественному составу веществ они способны накапливать рыбу. Особенностью таких полей при выполнении задерживающих функций является большая зависимость образования и существования поля от скорости течений в водоеме. Течения не только увеличивают расход веществ на образование полей, но и существенно ограничивают применение такого способа управления в рыболовстве.

Задерживающие функции чаще выполняют физические поля при отрицательной реакции. Управляющее действие поля в этом случае проявляется, если интенсивность действия поля превышает некоторое пороговое значение. Такая интенсивность часто зависит от действия посторонних полей, выполняющих роль шумов. Например, применение искусственных световых полей для выполнения как задерживающих, так и привлекающих функций невозможно при высокой естественной освещенности в водоеме. Большое влияние на

успешность выполнения задерживающих функций при отрицательной реакции рыбы на поле оказывает равномерность интенсивности действия по длине. Такая интенсивность во многом зависит от расстояния между источниками поля, а для полей переноса массы и тепла - также от относительного расположения поля и вектора скорости течения.

На успешность выполнения физическими полями задерживающих функций при отрицательной и положительной реакции на поле иногда влияет адаптация рыбы к полю (особенно акустическому). Привыкание рыбы к полю ограничивает время действия поля, а иногда делает его непригодным для управления рыбой.

Применение всех видов полей для управления с использованием задерживающих функций физических полей ограничивает расход энергии (массы) для образования поля, особенно при выносе массы или тепла из необходимой зоны удерживающего действия. Ограничено применение световых полей при низкой прозрачности воды, электрических - при небольшой электропроводимости воды, практически всех видов полей - при большой скорости течения в водоеме из-за сноса рыбы.

Наиболее важными можно считать направляющие функции физических полей, когда рыба способна двигаться в определенном направлении с использованием направляющих свойств поля.

4.8.4. Направляющие свойства физических полей определяются характеристиками поля, органов его восприятия и в значительной степени отличаются для полей различной модальности, интенсивности действия, условий внешней среды и других факторов.

Наиболее надежна ориентация рыбы в световых полях за счет неравномерности углового распределения света, которое рыба способна обнаружить, не изменяя ориентации тела, благодаря парности органов зрения. Обычно степень неравномерности углового распределения света в водоеме позволяет рыбе ориентироваться при дневном и сумеречном

режимах освещения, как в естественных, так и в искусственных световых полях.

К рассмотренному способу направляющего действия близко перемещение рыбы по изолиниям поля. Перемещение рыбы по изолиниям поля связано со способностью рыбы определять изменение действия поля, в то время как одно из значений интенсивности действия она предпочитает. В принципе такое перемещение возможно во всех физических полях. Однако практически его наблюдали в световых, гидродинамических и тепловых полях (Протасов, 1978).

Обычно перемещение рыбы по изолиниям поля наиболее успешно при попытке обойти препятствие в зоне орудия лова, например, крыло невода, или при желании находится в наиболее благоприятных условиях внешней среды (при определенной температуре, солености, скорости течения и т.д.).

Для электрических и гидродинамических полей значение имеет случай направленного перемещения с использованием неравномерности углового распределения не интенсивности поля, как в световых полях, а интенсивности действия поля.

Различие такого действия в электрических полях проявляется при изменении положения рыбы относительно силовых линий поля, а гидродинамических полях - относительно направления вектора скорости течения.

К сожалению, направляющее действие электрического поля, основанное на этом принципе, затруднено из-за сильного безусловного действия на рыбу электрического поля. В гидродинамических полях направляющее действие имеет значение при реореакции (реакции на течение) и при попытке рыбы выйти, например, из гидродинамического поля рыбонасоса с изменением положения и ориентации рыбы.

Одним из важных видов управления с применением электрических полей является использование для этой цели анодной реакции, когда рыба произвольно перемещается по силовым линиям к аноду. Такое перемещение возможно в определенном диапазоне интенсивности действия поля унипо-

лярного тока. Особенности протекания анодной реакции при действии на рыбу различных видов униполярного тока рассмотрены в научной литературе.

Управление объектом лова с применением световых полей может быть основано на оптомоторной реакции. Оптомоторная реакция рыб проявляется в следовании рыбы за подвижными ориентирами. В зоне орудий лова подвижными ориентирами в основном служит сетное полотно, вслед за которым рыба может перемещаться в условиях зрительной ориентации. Такое перемещение может оказывать на результат лова положительное, отрицательное или нейтральное влияние в зависимости от направления перемещения рыбы относительно концентрирующей части орудия лова.

Оптомоторная реакция возможна только при определенных частотах мелькания зрительных ориентиров, в частности, нитей сетевого полотна. При этом, оптомоторная реакция наиболее четко проявляется при дневном световом режиме и слабее при падении освещенности в пределах сумеречного светового режима, когда также падает критическая частота мельканий глаза рыбы.

Направленное перемещение в элементарном виде возможно с помощью гидродинамических полей. В зависимости от скорости потока наблюдается полностью или частично принудительное перемещение. Наибольшее значение направленное перемещение потоком воды имеет при лове рыбонасосными установками.

4.8.5. Одним из средств предотвращения ухода рыбы из зоны облова служит уменьшение или увеличение двигательной активности рыбы. Практически наиболее распространено уменьшение двигательной активности в полях электрического тока, когда рыба находится на участках угнетения, электронаркоза, электрошока. Длительное снижение двигательной активности возможно в тепловых полях, полях растворенных и взвешенных веществ, например, наркотического действия. К этому же случаю можно отнести действие гидродинамических полей, при котором наблюдается снижение скорости движения рыбы. Снижение двигательной активно-

сти обычно наблюдается при интенсивности действия больше пороговой или в некотором диапазоне интенсивности действия поля. В редких случаях возможно шоковое состояние рыбы в световых и акустических полях (Протасов, 1978).

Повышение двигательной активности рыбы с применением физических полей в основном необходимо для удаления рыбы с некоторых участков водоема, перевода рыбы в зону облова и для предотвращения ухода рыбы из зоны облова.

Двигательная активность рыбы повышается при подходе рыбы к некоторым стационарным физическим полям и при внезапном воздействии полей практически всех видов. Часто увеличение двигательной активности связано с перемещением физического поля вместе с орудием лова или самостоятельно. Наибольшее значение увеличение двигательной активности имеет при использовании реакции возбуждения в электрических полях на небольших участках водоема. Управление путем увеличения двигательной активности иногда применяют при внезапном действии на рыбу акустических и световых полей. Часто такое действие непродолжительно из-за адаптации рыбы к полю.

Изменение двигательной активности рыбы при действии физических полей непосредственно связано с биомеханическими проблемами рыболовства.

4.8.6. Обычно при управлении объектом лова с применением физических полей необходимо, по крайней мере, минимальное воздействие поля на рыбу. Однако в некоторых случаях наибольшую эффективность лова можно обеспечить при отсутствии действия поля или при минимальном действии поля, когда обнаружение поля и орудия лова приводит к нежелательному изменению поведения объекта лова и повышению вероятности ухода рыбы из зоны облова. Наибольшее значение этот способ управления имеет при лове объецаивающими орудиями лова, когда при зрительном обнаружении световых полей контрастов рыба уходит из орудия лова. Не меньшее значение этот вид управления имеет

при лове тралами, когда раннее обнаружение приводит к снижению уловистости орудия лова.

Наименьшее воздействие на объект лова возможно не только путем уменьшения интенсивности физических полей, но и другими способами. Так, большие возможности уменьшения воздействия на рыбу в зоне орудия лова связаны с изменением конструкции и некоторых размеров орудий лова. Примерами таких изменений служит увеличение горизонтального и вертикального раскрытия трала, удаление траловых досок от устья трала, увеличение размеров садков, дворов и размеров входных устройств ловушек. Увеличение некоторых размеров орудий лова способствует удалению источников физических полей от рыбы.

4.8.7. Восприятие физических полей во многом зависит от действия других физических полей в зоне орудий лова. Одним из способов уменьшения действия полей орудий лова и других технических средств лова на рыбу служит применение вспомогательных источников полей, которые в общем случае играют роль источников шумов и затрудняют обнаружение орудий лова. Наиболее перспективны для этой цели вспомогательные источники акустических полей, которые затрудняют восприятие рыбой акустических рыболовной системы.

4.7.8. Применение физических полей вспомогательных источников для уменьшения воздействия элементов рыболовной системы ограничено. Большее значение имеет время и места лова с учетом характеристик полей естественного происхождения, которые затрудняют обнаружение орудий лова. Наиболее характерным примером служит лов обьязычающими орудиями лова в условиях меньшей видимости сетного полотна этих орудий лова (более низкой освещенности и прозрачности воды). Для уменьшения действия акустических полей судна полезен выбор места лова с высоким акустическим фоном.

Управление по принципу наименьшего воздействия элементов рыболовной системы возможно путем искусственного изменения условий внешней среды и создания условий,

при которых вероятность обнаружения орудия лова ниже. Этот способ управления имеет наибольшее значение в связи с искусственным ухудшением условий видимости в водоеме и уменьшением скорости течения, а, следовательно, искажения естественного гидродинамического поля элементами орудий лова.

Управление по принципу наименьшего воздействия на объект лова возможно изменением техники лова. Так, параметры и положение физических полей технических средств лова часто зависят от особенностей выполнения операций лова. Наиболее важно влияние техники лова на скорость перемещения орудия лова, рабочие размеры и форму орудия, положение орудия лова относительно поверхностей раздела, берега, судна. Например, при лове кошельковыми неводами выбором скорости судна при переходе в точку замета и замете можно снизить влияние акустических полей судна и вероятность ухода рыб из окруженного неводом пространства.

Техника лова тралами влияет на положение трала относительно грунта, горизонтальное и вертикальное раскрытие, положение траловых досок относительно трала. При этом изменяется положение и параметры световых полей контрастов, акустических и гидродинамических полей, полей взвешенных частиц. Анализируя условия образования этих видов полей, несложно установить, какие особенности техники лова можно использовать для управления объектом лова по принципу наименьшего воздействия.

По-видимому, в дальнейшем найдет применение вид управления по принципу наименьшего воздействия путем уменьшения чувствительности органов восприятия рыбы, сопротивляемости рыбы внешним воздействиям. Средствами снижения чувствительности могут служить физические и химические раздражители, выбор и дозировка которых требуют серьезного обоснования.

4.8.8. Один из специфичных способов управления объектом лова основан на дезориентации рыбы с применением физических полей, которые отвлекают рыбу от орудия лова,

препятствуют уходу из него рыбы. Возможно несколько видов дезориентации.

Один из них связан с созданием условий, когда рыба перемещается в ложном направлении. Наибольшее значение этот вид управления имеет в ловушках, где открылки препятствуют уходу рыбы из ловушки, направляя рыбу в сторону от выхода из ловушки. Такую же роль, в принципе, могут играть искусственные световые и гидродинамические поля, способные ориентировать (точнее дезориентировать) рыбу. Иногда такие физические поля оказывают отвлекающее действие, когда рыба обращает на них внимание, отвлекаясь от орудия лова. Наиболее часто такое отвлекающее действие оказывают световые и акустические поля при лове тралами, кошельковыми неводами, сетями, ловушками.

Вид и параметры физических полей выбирают с учетом того, что действие отвлекающих полей может быть непродолжительным.

Дезориентация рыбы возможна при создании условий, затрудняющих ориентацию рыбы. Эффект управления в этом случае достигают применением физических полей большой интенсивности. При внезапном действии световых, электрических и акустических полей рыба на некоторое время теряет способность ориентироваться в окружающей обстановке, а иногда двигательную активность, и попадает в орудие лова.

Наконец, дезориентация рыбы возможна путем применения сигналов различной физической или химической природы, имитирующих биосигналы. Возможна имитация световых, акустических, гидродинамических, электрических сигналов, источниками которых являются рыбы, объекты их питания, враги. Дезориентирующее действие таких сигналов обычно сопутствует другим видам и способам управления объектом лова, так как эффект управления связан с изменением двигательной активности рыбы, направлением ее перемещения, уменьшением влияния вредных посторонних воздействий.

Для успешного выполнения дезориентирующих функций сигнал должен быть сходен с оригиналом по амплитуде,

частотной, импульсной и временной характеристикам, качественному составу массы (Протасов, 1965). При этом наименьшее значение обычно имеет интенсивность сигнала, как наиболее изменчивая характеристика сигнала. Важно, что на эффективность действия имитирующих сигналов большое влияние часто оказывают шумы (Мельников, 1981). Под влиянием шумов изменяются характеристики результирующего сигнала, на который в конечном итоге реагирует рыба.

4.8.9. На эффективность управления с применением физических полей во многих случаях влияют посторонние воздействия различного происхождения, которые играют роль шумов. Это влияние может быть положительным, отрицательным и нейтральным. Рассматриваемый вид управления направлен на частичное или полное устранение вредных посторонних воздействий перед началом лова или в процессе лова. Благодаря такому управлению увеличивается зона действия физических полей или улучшаются условия выполнения основными физическими полями управляющих функций.

Виды управления рассматриваемым способом близки к управлению по принципу наименьшего воздействия. Но они относятся не к физическим полям орудий лова, а к посторонним физическим полям естественного и искусственного происхождения.

Наиболее распространенным можно считать управление, при котором уменьшают интенсивность источников физических полей в основном искусственного происхождения, играющих роль вредных посторонних воздействий. К такому виду управления можно отнести, например, снижение уровня акустических шумов судна при лове тралами, кошельковыми и закидными неводами, интенсивности палубного освещения при различных способах лова с применением света. К этому же виду управления относится переход на большие глубины при лове с применением искусственного света или сетями для уменьшения вредного влияния естественного освещения в водоеме. Степень снижения уровня вредных посторонних воздействий обычно несложно определить.

Влияние вредных посторонних воздействий иногда можно уменьшить путем повышения интенсивности управляющего сигнала, если шумы снижают эффективность управления. Так, при использовании в качестве управляющего акустического сигнала иногда необходимо увеличить интенсивность этого сигнала, чтобы снизить влияние акустических шумов судна, шумов естественного происхождения. Аналогичным образом можно снизить влияние течений на лов с применением нагнетающего потока, если интенсивность потока можно увеличить.

В общем случае увеличением уровня сигнала обычно повышают отношение сигнал/шум. При этом учитывают, что такое увеличение может быть вредным из других соображений. Например, при лове рыбонасосными установками увеличение мощности источников света у залавливающего устройства для снижения вредного влияния естественной освещенности приводит к увеличению расстояния рыбы от залавливающего устройства и, как следствие, снижению величины улова.

В некоторых случаях для уменьшения влияния вредных посторонних воздействий целесообразно изменение положения источников этих воздействий. Например, полностью или частично устранить можно влияние судовых и береговых огней и акустических шумов, гидродинамических полей судна, спуска в водоем сточных и теплых вод. Необходимое удаление источников таких воздействий от места лова определяют, анализируя картину таких полей.

Изменение положения источников вредных посторонних воздействий относительно места лова не всегда возможно. Поэтому одним из наиболее важных видов управления с учетом влияния на лов вредных посторонних воздействий является выбор времени и места лова. Примерами такого вида управления может служить лов рыбы с применением света, который из-за влияния естественной освещенности в водоеме производится преимущественно в ночное время. Время и место лова часто выбирают с учетом скорости течения. В одних случаях, например, при лове речными закидными не-

водами и речными плавными сетями, необходима достаточно большая скорость течения, а при лове кошельковыми неводами, ставными сетями, рыбонасосными установками повышенная скорость течения вредно влияет на эффективность лова или делает его невозможным. При выборе места и времени иногда учитывают влияние на лов акустических шумов. Влияние шумов может быть как положительным (при лове кошельковыми неводами), так и отрицательным (при использовании искусственных акустических полей, когда акустические шумы уменьшают зону действия полезных сигналов).

При использовании рассматриваемого случая управления объектом лова необходимо учитывать, что выбор времени и места лова связан не только, а иногда не столько с влиянием вредных посторонних воздействий, сколько с концентрацией и распределением рыбы в водоеме.

Перспективным, особенно во внутренних водоемах, является изменение условий внешней среды, которое способствует уменьшению влияния вредных посторонних воздействий на рыбу.

Полностью или частично можно устранить влияние гидродинамических и акустических полей путем уменьшения интенсивности волнения и течения в водоемах, изменением структуры естественного теплового поля и поля плотности массы путем перемешивания слоев воды с различными свойствами. Вредное влияние естественной освещенности в водоеме можно частично или полностью устранить уменьшением прозрачности воды в водоеме и образованием на поверхности воды светорассеивающей пленки.

Степень изменения условий внешней среды в рассмотренных и других случаях несложно определить, если необходимо оценить картину поля внешних посторонних воздействий.

4.8.10. Из приведенного краткого анализа способов управления объектом лова с использованием управляющих функций физических полей следует, что одни и те же показатели управления объектом лова можно получить с применением различных видов физических полей и показателей этих

полей. Вместе с тем часто практически невозможно обеспечить необходимое управление объектом лова для конкретных орудий лова, объектов лова и условий внешней среды. Косвенно об этом свидетельствует относительно слабое распространение физических раздражителей для интенсификации лова.

Контрольные вопросы к главе 4

1. Каковы особенности объекта лова как подсистемы системы управления ловом рыбы?
2. Перечислите биометрические показатели объекта лова.
3. Приведите примеры влияния плавательной способности рыб на процесс лова.
4. Назовите виды и скорость горизонтальных миграций рыб.
5. Перечислите основные показатели вертикальных миграций рыб и особенности их влияния на процесс лова.
6. Как влияют размеры и плотность косяков и скоплений на выбор вида лова?
7. Перечислите основные особенности рецепции рыб.
8. Перечислите виды реакций рыбы в зоне сетных орудий лова.
9. Дайте сравнительную характеристику поведения рыбы у подвижной и неподвижной сетной стенки.
10. Каковы особенности поведения рыбы во входных устройствах
11. Каковы основные особенности поведения рыбы в неподвижных и подвижных сетных мешках?
12. Охарактеризуйте поведение рыбы у вихревых шлейфов?
13. Перечислите основные виды физических полей как средства повышения эффективности лова.
14. Перечислите особенности формы и размеров зоны действия световых полей подводных и надводных источников.

15. Дайте сравнительную характеристику поведения рыбы в зоне действия световых и электрических полей.
16. Дайте сравнительную характеристику реакции рыбы на механические звуки и звуки, имитирующие биосигналы.
17. В чем причины слабого использования акустических полей как средств повышения эффективности лова?
18. Какова связь гидродинамических полей и полей растворенных и взвешенных веществ в водоеме?
19. В чем причины слабого применения полей растворенных и взвешенных веществ в рыболовстве?
20. Почему необходимо знать не только физические поля, но и особенности их действия на объект лова?
21. Чем отличается энергетическая и информационная оценка действия физических полей на рыбу?
22. Почему некоторые физические поля оказывают ориентирующее действие на рыбу?
23. Для чего и каким основным способом можно дать количественную оценку поведения объекта лова?
24. Перечислите различные способы оценки размеров зоны действия физических полей на рыбу.
25. Дайте общую характеристику управления объектом лова с применением физических полей.
26. Опишите задерживающие функции физических полей.
27. Опишите направляющие функции физических полей.
28. Опишите особенности управления объектом лова путем уменьшения или увеличения двигательной активности рыб.
29. В чем состоит управление объектом лова по принципу наименьшего воздействия?
30. Опишите особенности управления объектом лова путем дезориентации рыбы.

31. Опишите особенности управления объектом лова путем уменьшения влияния на рыбу вредных посторонних воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников В.Н. О биотехническом (кибернетическом) направлении промышленного рыболовства/ В.Н. Мельников // Рыбное хозяйство.- 1976.- № 9.- С. 50-53.
2. Мельников А.В. Оптимизация регулирования рыболовства как кибернетическая проблема/ А.В. Мельников // Астрахань, Астрабвтуз. Рук. деп. в ЦНИИТЭИРХ.- 1988, рх- 936.- 42 с.
3. Мельников В.Н., Мельников А.В. Рыбохозяйственная кибернетика/ В.Н. Мельников, А.В. Мельников.- Астрахань: АГТУ, 1998.- 310 с.
4. Мельников В.Н. Об общей теории промышленного рыболовства/ В.Н. Мельников// Сб. научных трудов ВНИРО.- 1993.- С. 4-11.
5. Мельников В.Н. Качество, надежность и работоспособность орудий промышленного рыболовства/ В.Н. Мельников.- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.- 264 с.
6. Мельников В.Н. Биотехнические основы промышленного рыболовства/ В.Н. Мельников.- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.- 216 с.
7. Мельников А.В., Мельников В.Н., Овчинников С.А. Экономические показатели промышленного рыболовства /А.В. Мельников, В.Н. Мельников, С.А. Овчинников// Вестник АГТУ. Рыбное хозяйство.- 2008.- № 3 (44).- С.86-89.
8. Мельников А.В., Мельников В.Н. Селективность рыболовства/ А.В. Мельников, В.Н. Мельников. - Астрахань, АГТУ, 2005.- 376 с.
9. Мельников А.В, Мельников В.Н. Управление запасами промысловых рыб и охрана природы /А.В.

- Мельников, В.Н. Мельников.- Астрахань: АГТУ, 2010.- 544 с.
10. Боэм Б., Браун Д., Каспар Х. Характеристика качества программного обеспечения/ Б. Боэм, Д. Браун, Х. Каспар.- М.: Мир, 1981.- 208 с.