

УДК 597—151

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ

М. П. Аронов (ВНИРО)

Рыбохозяйственная наука уже давно изучает многие важные свойства объектов промысла: размножение, плодовитость, развитие, темп роста, выживаемость, питание, количество потребляемой пищи, миграции и различные другие показатели, необходимые для прогнозирования уловов и рационального ведения промысла и рыбного хозяйства. Однако такие свойства объектов, как особенности их поведения, имеющие прямое отношение к совершенствованию процессов лова и конструированию орудий рыболовства, изучаются еще недостаточно и данные о реакциях рыб в зоне действия орудий лова далеко не стали еще элементами точных инженерных расчетов, как, скажем, данные о «поведении» отдельных узлов и деталей трала или любого другого орудия рыболовства.

Большой заслугой И. И. Месяцева является его инициатива в изучении поведения промысловых рыб.

В данной статье сделана попытка систематизировать некоторые вопросы изучения поведения рыб в связи с необходимостью развертывания этих исследований в лаборатории подводных исследований ВНИРО. Необходимость разработки общей программы исследований требует, по нашему мнению, проведения такой предварительной, хотя и несколько схематичной систематизации, даже если при этом возможны отдельные ошибки. В качестве первого шага здесь рассматриваются только несколько ограниченных исследовательских задач. При рассмотрении охватываемых статей вопросов автор опирался на опыт многих исследователей, изучавших поведение рыб (Андряшев, 1954; Мантейфель, 1955; Мантейфель и Радаков, 1960; Мантейфель и Протасов, 1963; Малукина и Протасов, 1960; Протасов, 1960; Аронов, 1962; Радаков и Трещев, 1964; Breder, 1959; Chapman, 1963 и др.).

Поведение рыбы, как и любого другого животного, представляет собой совокупность реакций организма на внешние и внутренние стимулы. В ряде случаев к понятию поведение относят довольно широкий круг реакций, широкий диапазон свойств животного, однако в данной статье мы ограничимся рассмотрением поведения в более узком смысле, применяя это понятие к оценке главным образом двигательных реакций при различных воздействиях. Будут рассмотрены только анимальные реак-

ции, хотя они происходят не изолированно и им сопутствуют определенные вегетативные реакции.

Поведение организма — результат комплекса внешних и внутренних воздействий — можно рассматривать как **функцию ряда переменных**. Одна из основных задач при изучении поведения рыб — нахождение **наиболее существенных переменных** и установление **наиболее вероятных функций**. К наиболее существенным переменным мы относим факторы, которые в нормальных условиях определяют ход поведения: вызывают реакцию, определяют ее скорость, силу и продолжительность, придают реакции ту или иную направленность и т. п. Изучение закономерностей поведения рыб, т. е. закономерностей их двигательных актов и перемещения в пространстве при различных воздействиях, должно дать те основы, которые позволят организовать управление реакциями этих животных.

Для еще большего сужения круга рассматриваемых вопросов все возможные двигательные реакции рыб можно условно разделить на **перемещения на большие расстояния** (пищевые, нерестовые и т. п. миграции) и **перемещения локальные** (добывание пищи, процесс нереста, оборонительные реакции на хищника и орудия лова, образование и распад стай, суточные вертикальные миграции и т. п.). Далее можно подразделить реакции поведения рыб на **длительные, непродолжительные и кратковременные**. В настоящей работе мы ограничимся рассмотрением реакций, относящихся преимущественно к локальным и непродолжительным или кратковременным, хотя для практических целей важно также изучение перемещений рыб на большие расстояния и исследование реакций, растянутых во времени.

При анализе особенностей поведения рыб необходимо еще различать **индивидуальные и массовые реакции**.

### ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕАКЦИИ

Информация о поведении рыб должна собираться по определенной системе, которая еще требует разработки. Здесь мы рассмотрим некоторые показатели реакции рыб, которые представляются нам важными для оценки закономерностей поведения интересующих нас объектов.

**Порог реакции** определяется наименьшей силой раздражителя и наибольшим расстоянием раздражителя от объекта, при которых вызывается двигательная реакция.

**Время начала реакции** — интервал между моментом приема раздражителя рыбой и началом двигательной реакции.

**Сила реакции** может быть определена скоростью и дальностью перемещения рыбы, а также длительностью реакции. Одним из показателей силы реакции может быть ее массовость.

**Направление реакции** — вектор, по которому осуществляется перемещение рыбы, в более общем случае — траектория.

**Специфичность реакции** — характер двигательного ответа (уход или затаивание при оборонительных реакциях, преследование или подкарауливание при пищевых реакциях и т. п.).

Все эти показатели или параметры по возможности должны регистрироваться при изучении реакции рыбы на различные естественные и искусственные раздражители, включая орудия лова.

Здесь следует оговориться, что, хотя успех дела зависит от полноты информации, получение сведений о поведении рыб, особенно в естественных условиях, чрезвычайно трудоемко. Несомненно, что желательно стремиться к наиболее полным количественным исследованиям, и поэто-

му здесь мы в большинстве случаев пытаемся определить такие параметры поведения, которые можно регистрировать количественно. Однако во многих случаях для экономии времени, сил и средств приходится искать разумный компромисс между получением количественных и качественных данных. Даже неполная качественная информация, содержащая некоторые спорные сведения о разных сторонах поведения рыбы, будет полезной для многих практических целей. Получение этой неполной информации, по возможности, тоже должно производиться по определенной системе.

Перечисленные показатели реакции зависят от ряда факторов, из которых наиболее существенными для нас можно считать следующие:

- а) видовые особенности рыб;
- б) физиологическое состояние рыб;
- в) размерные и возрастные особенности рыб;
- г) плотность и структура стаи;
- д) качество и сила раздражителя;
- е) состояние среды (гидрологические и метеорологические условия).

Указанные здесь факторы состоят из многих составляющих и о них нужно сказать несколько более подробно.

### ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ

Помимо определенных приспособительных особенностей, присущих или всему классу рыб в целом, или отдельным более дробным систематическим группам (отряду, семейству и т. п.), существуют приспособительные особенности, свойственные данному виду, которые характеризуют специфические черты поведения данной рыбы в различных условиях.

Здесь нас интересуют лишь некоторые специфические видовые особенности, имеющие отношение к приему сигналов, к ответным реакциям на сигналы и к условиям реализации этих реакций.

К первым особенностям относятся строение и функции рецепторов. Можно выделить следующие характеристики, неодинаковые у разных видов рыб:

1. Пределы чувствительности рецепторов (физиологические пороги).
2. Диапазон чувствительности рецепторов (объем и широта воспринимаемых сигналов).
3. Скорость изменения чувствительности при изменении условий раздражения (адаптация).
4. Контрастная чувствительность рецепторов.
5. Разрешающая способность рецепторов.
6. Пространственно-приемные характеристики рецептора (поле зрения, диаграмма направленности слуха и т. д.).

Вторая видовая особенность — специфичность реакции на сигналы — связана, с одной стороны, со спецификой приема сигналов у разных рыб, с другой — с особенностями функций нервной системы у данного вида. Все ранее перечисленные показатели реакции зависят от этих особенностей. Важное значение при формировании реакции нервной системой рыбы имеет селективность использования сигнализации (объем извлекаемой информации) и выбор соответствующего двигательного рефлекса, с чем связана различная роль анализаторов в обеспечении отдельных сторон жизнедеятельности животного (оборонительных, пищевых, стайных нерестовых и других реакций). Пользуясь языком кибернетики, здесь можно говорить о видоспецифических согласованиях между входом и выходом системы.

Конечно, кроме влияния видовой специфики на реакцию, на характер последней должны оказывать известное влияние групповые и индивидуальные особенности животных: тип нервной системы той или иной особи, индивидуальный или групповой предшествующий опыт — условные рефлексы и т. п.

Третьи интересующие нас особенности — условия осуществления реакций — связаны с динамикой движения рыб и их гидродинамическими характеристиками, от которых зависят предельные скорости перемещения. Важную роль при этом играет также способность разных видов развивать мышечные усилия большой мощности и продолжительности, что может быть связано со спецификой строения и функции мускулатуры разных рыб.

### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЫБ**

Состояние реагирующей системы должно существенно влиять на ее реакцию в ответ на действие раздражителя.

Физиологическое состояние определяется рядом факторов, из которых следует упомянуть следующие:

1. Изменения гормонального фона, связанные с возрастом.
2. Изменения гормонального фона, упитанности, уровня обмена и т. п., зависящие преимущественно от сезона.
3. Изменения, связанные в основном с суточными колебаниями: состояние насыщения пищей (накормленность), активность в зависимости от освещения и т. п.

С уровнем гормонального фона и других показателей состояния рыб связано переключение типов поведения (например, нерест, поиски пищи и т. д.) и изменение реакции на различные раздражители. Несомненно, что реакции рыб на одни и те же раздражители будут неодинаковы в зависимости от преобладающего типа активности в данный период: нерестовой или кормовой активности, нерестовой или кормовой миграции и т. п.

Выразить состояние рыб в каких-нибудь точных количественных единицах в настоящее время, по-видимому, затруднительно, и это состояние должно учитываться качественно.

### **ВОЗРАСТНЫЕ И РАЗМЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ**

В связи с ростом рыб меняется их отношение ко многим сигналам (возможно, в некоторых случаях по отношению сигнала к размеру рыбы, что может определять величину реакции на один и тот же сигнал), изменяются размеры пищевых объектов, враги, локомоторные характеристики, возможности приема сигналов некоторыми рецепторами и т. п. Изменения реакций рыб на сигналы и изменения их локомоторных характеристик в основном и определяют поведение этих животных в зависимости от их роста. Следует отметить, что, помимо количественных изменений в действии сигналов, происходят и качественные изменения, например рыба начинает реагировать на специфические сигналы, подаваемые другими особями при нересте и т. п.

### **ПЛОТНОСТЬ И СТРУКТУРА СТАИ**

Есть основания считать, что характер реакции рыб зависит от плотности стаи (здесь мы не касаемся существующих определений стаи, имея в виду, что при принятии любой точки зрения возникает необходимость рассмотрения приведенных ниже соображений). Показатели реакции,

вероятно, будут различными, если мы будем иметь дело с некоторыми промежуточными состояниями от одиночных рыб до максимально уплотненной стаи. По имеющимся данным особое значение для реакции рыб на раздражитель имеет структура стаи, выражающаяся в степени ориентированности особей относительно друг друга и их взаимном расположении. Величина стаи — также немаловажный фактор, возможно изменяющий реакцию рыб.

При исследованиях, вероятно, необходимо учитывать ряд следующих характеристик стаи:

1. Расстояние между рыбами (или количество рыб в данном объеме воды).

2. Долю односторонне ориентированных особей.

3. Особенности строя рыб, когда особи ориентированы относительно друг друга.

4. Протяженность стаи в трех измерениях.

5. Степень однородности распределения рыб в стае (наличие кучностей и разрежений).

6. Исходное положение рыб по отношению к раздражителю.

7. Размеры рыб, составляющих стаю.

Определение закономерностей поведения стаи рыб, ее реакций — задача чрезвычайно сложная, так как в каждом отдельном случае мы имеем дело не с одной строго определенной системой в пределах одного вида и даже в пределах одной размерной группы, а с многими вариантами такой системы, характеристики которой очень изменчивы и зависят от многих условий.

Подход к изучению поведения стаи может быть различным, но нам представляются важными формулировка и отыскание таких показателей, определение которых позволило бы разобраться в поведении стай любого вида. Для понимания механизма действия стаи как целого было бы важно разобраться в вопросах о силе связи между особями, от которой зависит «динамическое» взаимодействие между ними, и о сохранении и пределах колебания дистанции между членами стаи, от которой зависит «упругость» стаи и, возможно, степень распространения по стае «волны возбуждения».

Стаю рыб можно рассматривать как систему, сформированную из множества других систем (особей). Реакция такой системы будет зависеть от особенностей передачи сигнализации внутри нее. Поэтому реакция стаи на реакцию одного или группы членов стаи, воспринявших воздействие (сигнал), будет зависеть от ряда показателей, из которых приведем здесь следующие:

1. Степень согласованности между системами (особями), формирующими стаю (степень согласованности входов и выходов подчиненных систем) по всему пространству. Это согласование зависит от ориентировки рыб относительно друг друга, расстояния между особями, различных способов обмена сигналами, участия тех или иных рецепторов в контакте между членами стаи, наличия помех для восприятия сигналов и т. д.

2. Пропускная способность каналов связи, которая определяет особенности передачи сигнализации в стае, скорость реакции стаи на воздействие и динамичность взаимодействия особей. Пропускная способность зависит прежде всего от свойств рецепторов, через которые осуществляется стайный контакт, а также от условий восприятия сигналов, т. е. от времени передачи сигнала через среду (например, света, звука или запаха). Существенным моментом пропускной способности является латентный период реакции особей, которые передают сигнал.

3. Сила передаваемого сигнала, показателем которой может служить как величина реакции одной особи, так и количество всех реагирующих особей.

4. Качество передаваемого сигнала. По-видимому, некоторые перемещения рыб в пределах строя не вызывают ответных реакций особей, пока эти перемещения не достигнут известных критических значений амплитуды и скорости, как это бывает при рывке испуганной рыбы, и не превысят привычную величину перемещения, возможно, по отношению сигнал : шум. Однако вероятно, что во многих случаях реакция стаи зависит от специфических сигналов: характерных движений и поз, звуковых сигналов и т. п., имеющих определенное биологическое значение. В этих случаях сила сигнала связана с его биологической значимостью.

5. Степень усиления или ослабления передаваемого сигнала. При передаче от особи к особи в ряде случаев сигнал может быть либо ослабленным, либо усиленным, так как особи, более удаленные от источника раздражения, имеют дело не с прямым, а с опосредованным сигналом и реагируют не на сам сигнал, а на реакцию предшествующей особи. Ослабление или усиление сигнала может зависеть от ряда обстоятельств: расстояния между рыбами; угла, под которым одна рыба видит другую; индивидуальных особенностей реакции рыбы, передающей сигнал, и т. п.

Рассмотренные здесь вопросы касаются в основном поведения стаи в динамических условиях, хотя для понимания механизмов стайного поведения важен учет и других условий стайных отношений.

### КАЧЕСТВО И СИЛА РАЗДРАЖИТЕЛЯ

Определение раздражителей, которые вызывают реакции рыб,— одна из важнейших задач в изыскании путей для управления поведением рыб. Реакция рыбы начинается с действия раздражителя, но нам кажется, что еще отсутствует биологический анализ раздражителей и их соответствующая классификация, которая в дальнейшем должна быть разработана.

Перечислим некоторые важные характеристики раздражителя:

1. Модальность раздражителя (свет, звук, запах и т. д.).
2. Физическая сила раздражителя.
3. Физиологическая сила раздражителя.
4. Экологическая (видоспецифическая) сила раздражителя.
5. Сигнальная значимость раздражителя.
6. Пространственно-структурные особенности раздражителя.
7. Направление действия раздражителя.
8. Контрастность раздражителя — отношение раздражителя к фону (сигнал : шум) или к другому раздражителю.

Некоторые из этих понятий нуждаются в кратком пояснении.

**Модальность раздражителя**, его физические свойства, определяет тот рецептор, через который рыба получит сигнал: глаз, слуховой аппарат, система органов боковой линии, органы обоняния, вкусовой, осязательный, температурный рецепторы и т. д.

С модальностью раздражителя связан канал передачи информации. Физическая природа сигнала определяет некоторые его существенные характеристики, от которых зависит реакция рыбы:

- 1) скорость передачи сигнала в среде;
- 2) дальность передачи сигнала;
- 3) емкость сигнала — объем передаваемой информации в единицу времени (как при разовом, так и при последовательном поступлении сигналов);

4) силу сигнала на разных расстояниях от источника.

Эти свойства раздражителя в свою очередь определяют ряд особенностей приема сигналов:

- а) быстроту приема сигнала с момента его возникновения;
- б) дальность приема сигнала;
- в) возможность оценки направления на источник сигнала и оценки перемещения последнего в пространстве;
- г) силу принятого сигнала и т. д.

В конечном счете эти составляющие влияют на скорость, направление и силу реакции рыбы при прочих равных условиях. Именно физические свойства сигналов определяют в итоге роль различных рецепторов в жизнедеятельности рыбы. От быстроты и дальности приема сигнала, а также от возможности определения направления на источник сигналов зависят особенности и возможности следить при помощи разных органов чувств за перемещением источника сигналов в пространстве. Когда мы имеем дело с подвижными орудиями лова и объектами лова, особенно необходимо учитывать скорость и дальность передачи сигнала в среде. Эти же показатели весьма важны при рассмотрении взаимоотношения хищника и жертвы и отношений особей в стае.

**Физическая сила раздражителя** — характеристика величины сигнала как у его источника, так и в точке приема. Физическая сила раздражителя не всегда совпадает с его **физиологической силой**. Последняя зависит от диапазона чувствительности рецепторов, их настройки при данных условиях раздражения и положения минимума, максимума и оптимума чувствительности при этой настройке. Таким образом, раздражитель большой физической силы часто может не восприниматься рецептором или восприниматься более слабо, чем другой раздражитель меньшей силы.

**Экологическая (видоспецифическая) значимость раздражителя** говорит об его биологической силе, т. е. о специфическом действии на нервную систему животных данного вида, в известных пределах независимо от его физической или физиологической силы. Раздражители такого рода вызывают определенные реакции у животного либо в результате наличия у него врожденных рефлексов, либо приобретенных, типа натуральных условных рефлексов.

**Сигнальная значимость раздражителя** основывается на возникновении условных рефлексов в отношении действия какого-нибудь раздражителя у большей или меньшей группы рыб данного вида.

**Пространственно-структурные особенности раздражителя** характеризуются не только полем действия раздражителя и площадью, занимаемой источником раздражений, но и конфигурацией источника в трех измерениях (например, форма объекта — рыбы, прибора, орудия лова и т. п.). Пространственно-структурные особенности определяют конфигурацию, структуру «силового поля» раздражителя.

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СРЕДЫ

Здесь имеются в виду те состояния среды, которые тем или иным способом могут изменить реакцию рыбы на раздражитель. К ним относятся: освещенность на данном горизонте, прозрачность воды, направление и характер течений, волны, температура горизонта и ее распределение, глубина от поверхности, погода, сезон и т. д. Некоторые из этих состояний можно измерять количественно, другие — качественно.

## ЭНЕРГЕТИКА ОРГАНИЗМА И ПОВЕДЕНИЕ

Нужно упомянуть еще один существенный фактор, от которого зависит поведение рыб.

Расход энергии и необходимость ее пополнения предъявляют организму жесткие требования, определяющие многие закономерности поведения рыб. Затрата энергии, по-видимому, является одним из факторов, от которого зависит дальность перемещения, например при кормовых миграциях и др., скорость таких перемещений, частота задержек для кормления, продолжительность кормления, выбор подходящей плотности скоплений пищевых организмов, способ питания (способы отыскания пищи, броска и захвата пищи и т. п.), некоторые способы защиты от врагов и т. д. Регулирование баланса между расходом и пополнением энергетических ресурсов должно привести к отбору наиболее целесообразных и экономичных типов реакции. Можно сказать, что «экономика» определяет возможность всех действий организма.

## ОРУДИЯ ЛОВА И ПОВЕДЕНИЕ РЫБ

Изучение поведения рыб с позиций задач рыбохозяйственной науки требует решения ряда специальных вопросов, из которых важнейшими можно считать выяснение особенностей реакций рыб на существующие орудия лова и выявление таких реакций и соответствующих раздражителей, которые могут обеспечить перемещение (концентрацию или рассеивание) рыб в нужном направлении (или объеме). Здесь схематически рассмотрен вопрос о взаимосвязи орудий лова и промысловых объектов.

Трал представляет собой перемещающийся в пространстве сложный источник раздражений. Это орудие лова характеризуется некоторым комплексом раздражителей разных модальностей: световых, акустических и гидродинамических, которые действуют на определенные дистантные рецепторы рыб (реакции рыб после непосредственного контакта с тралом здесь не рассматриваются). Пространственно-структурное распределение этого комплекса с учетом скорости его перемещения создает определенное поле воздействия на рыбу. В зависимости от расстояния трала от рыбы отдельные составляющие меняются неодинаково. Воздействие этого сложного раздражителя на рыбу и ответная ее реакция зависят от условий среды, протяженности и плотности стаи и т. п., словом, от всех тех условий и факторов, о которых говорилось выше. На реакцию рыб, возможно, будут оказывать влияние и сопутствующие раздражители, как например, шум, создаваемый судном, который может изменять возбужденность и реактивность рыбы.

Анализ составляющих пространственного поля воздействия тралов мог бы позволить определить возможные реакции рыб на тралы различных конструкций с учетом изменения раздражителей в зависимости от различных условий, если бы были систематически изучены реакции рыб на соответствующие раздражители. Пока же и поле воздействия, и характер реакций рыб на его составляющие в основном относятся к области предположений. Поэтому для оценки поведения рыб у трала систематически должна собираться информация о всех необходимых показателях реакции промысловых объектов: о расстоянии, с которого рыба реагирует на трал, о направлениях реакции, ее скорости, продолжительности, массовости и т. п.

Изучение реакции рыб на трал требует дифференцированного подхода. Необходимо знать, как ведет себя рыба перед орудием лова, в устье трала и в самом трале (в различных его участках). Нужно выяс-

нить реакцию рыб на отдельные элементы трала: ваера, распорные доски, крылья и подборы с учетом их взаимного расположения.

При изучении реакции рыб на орудие лова другого типа — кошельковый невод — также важно определить возникающие раздражители, влияющие на поведение рыб. Заслуживает особого внимания выяснение того, какие именно характерные раздражители связаны с той или иной операцией развертывания кошелька и какие из них вызывают наиболее сильные реакции рыб. При изучении реакции рыб на кошельковый невод важно учитывать все ранее упомянутые факторы и, кроме того, особые моменты, такие как расстояние от места выметывания кошелька до рыбы, начальный пункт выметывания орудия лова в зависимости от направления движения косяка, время обметывания косяка, скорость опускания сетной стенки, время кошелькования невода и т. п. При изучении реакций рыб на кошельковый невод должны быть приняты в расчет такие величины, как радиус охватываемого им пространства, высота сетной стенки и т. д., т. е. пространственно-структурные особенности раздражителя.

Если трал представляет собой перемещающийся комплексный источник раздражений, кошельковый невод — частично перемещающийся, частично неподвижный комплекс, то ставной невод — полностью неподвижный. Величина и состав поля раздражителя в сильнейшей степени зависят от движения его источника. При изучении реакции рыб на ставные невода будут иметь силу все вышеприведенные соображения с поправкой на неподвижность орудия лова и соответствующее изменение характера раздражителей. Следует учитывать еще одно немаловажное обстоятельство, связанное, возможно, с «отношением сигнала к шуму». Появление неподвижной стенки перед движущейся рыбой в открытом море окажет на последнюю скорее всего иное воздействие, чем появление подобной стенки у берегов (ставник) среди сложного рельефа дна.

Изучение реакций разных промысловых объектов на различные орудия лова должно дать материал для выработки рекомендаций по совершенствованию как орудий лова, так и способов лова.

#### **ВЗАИМООТНОШЕНИЕ ПРИБОРА И ОБЪЕКТА И НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ**

Степень воздействия прибора на объект исследования — один из важнейших методических вопросов, возникающих при изучении поведения рыб в естественной среде.

Как можно судить по результатам многих исследований, подводные приборы (от подводной лодки и гидростата до фотоавтомата) в той или иной степени воздействуют на рыбу, изменяя ее поведение. Если учесть, что многие устройства (особенно приборы для визуальных и оптических регистраций) работают сопряженно с источниками света, то в этих случаях изучение рыбы в море будет проводиться в заведомо искусственных условиях и получаемые данные будут заведомо искажены (это не относится к применению импульсного света с достаточными промежутками между вспышками). Поэтому вопрос об объективности данных при проведении подводных исследований остается одним из важнейших.

Уменьшения воздействия приборов на рыбу можно достичь разными путями. Один из них — уменьшение величины прибора, что сокращает поле раздражений и при изолированном его применении, и при навешивании на орудие лова, когда важно не добавлять сколько-нибудь заметных новых раздражений. При самостоятельном использовании приборов для наблюдений с относительно неподвижной точки следует

стремиться обеспечить их максимальную неподвижность либо путем разработки систем зависания на заданном горизонте (при использовании автономных малоподвижных приборов), либо используя для этой цели систему демпферов, гасящих рывки и колебания прибора (при спуске на тросе с борта качающегося на волнах судна).

Если подводные приборы используются также без прикрепления к орудию лова, но в движении (буксируемые и автономные приборы), то требуется установить оптимальные скорости, при которых рыбы или слабо реагируют на прибор (малые скорости), или не успевают отреагировать (большие скорости движения). Если прибор работает в освещенной зоне, важное значение приобретает его окраска. При работе с искусственным освещением необходимо подбирать такие спектральные характеристики используемого света, при которых он не воспринимается глазом рыбы (ближний инфракрасный и дальний красный свет).

Изучение рыб непосредственно в море связано с большими трудностями и ограничениями: малая доступность изучаемых объектов, трудность оптических наблюдений в водной среде, недостатки существующей исследовательской аппаратуры или отсутствие необходимых приборов и специально оборудованных судов, разнообразие условий среды и т. п. Для исследования поведения рыб следует использовать все пути, включая и эксперименты в аквариуме. Некоторые стороны поведения рыб и реакции их на орудия лова можно изучать только в естественной среде (в море, озере, реке), другие — как в естественных условиях, так и в искусственных (в бассейнах и аквариумах), третьи — только в аквариумах (некоторые функции рецепторов), когда объект легкодоступен и все необходимые условия находятся под контролем исследователя. Разумеется требуется критическое отношение к переносу данных, полученных в аквариумах, на реальные условия моря. Основной ограничивающий фактор в аквариумных экспериментах — это фактор пространства. Однако для решения многих вопросов, в том числе и методических, аквариум незаменим.

Таким образом, в данной работе рассмотрены некоторые вопросы изучения поведения рыб и вопросы анализа их реакций преимущественно в зоне действия орудий лова. Сделана попытка определить в первую очередь такие показатели реакций рыб, которые можно оценивать количественно. Взаимосвязь факторов, влияющих на поведение рыб, слишком сложна, но хотя бы схематичное рассмотрение этой взаимосвязи необходимо.

Затронутые здесь вопросы касаются далеко не всех важных сторон поведения рыб, которые могут интересовать промысел, и их анализ, по нашему мнению, необходимо продолжить. По-видимому, успешность решения многих вопросов поведения рыб будет в значительной степени зависеть от применения принципов кибернетики, теории информации, теории игр и некоторых других разделов математики, в которых разрабатываются теории поведения сложных систем, в том числе и биологических. Математизация биологии, наблюдающаяся в последнее время, открывает возможности нового подхода к изучению многих форм поведения животных. Этот процесс будет способствовать постановке более точных экспериментов и разработке строгих основ теории поведения промысловых рыб и других объектов промысла.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Андрияшев А. П. Роль органов чувств в отыскании пищи у рыб. Труды совещания по методике изучения кормовой базы и питания рыб, 1954.  
Аронов М. П. Роль органов чувств в добывании пищи у рыб. «Успехи современной биологии». Т. 53. Вып. 4, 1962.

Малюкина Г. А. и Протасов В. Р. Слух, «голос» и реакции рыб на звуки. «Успехи современной биологии». Т. 50. Вып. 2 (5), 1960.

Мантейфель Б. П. Изучение поведения стайных рыб в целях усовершенствования техники их лова. Труды совещания по вопросам поведения и разведки рыб. Изд-во АН СССР, 1955.

Мантейфель Б. П. и Радаков Д. В. О приспособительном значении стай рыб. «Успехи современной биологии». Т. 50. Вып. 3 (6), 1960.

Мантейфель Б. П. и Протасов В. Р. Роль физики в изучении поведения рыб. «Вопросы ихтиологии». Т. 3. Вып. 3, 1963.

Протасов В. Р. Некоторые функциональные особенности сетчатки глаз девяти видов рыб Баренцева моря. «Вопросы ихтиологии». Вып. 14, 1960.

Радаков Д. В. и Трещев А. И. Поведение рыб и техника рыболовства. «Вопросы ихтиологии». Т. 4. Вып. 3, 1964.

Breder C. M. Studies on social groupings in fishes. Bull. Amer. Museum Natur. History., 117, art. 6, № 7, 1959.

Chapman C. J. The importance of mechanical stimuli in fish behavior especially to trawls. Second World Fishing Gear Congress. L., 1963.