

## **Лекция 2,3,4.**

### **Принципы системного подхода к управлению водными биоресурсами**

Принципы системного подхода к управлению водными биоресурсами. Понятие рыбохозяйственной системы. Состав структура и функции рыбохозяйственной системы. Биологические, промысловые и законодательные подходы к определению водных биоресурсов. Понятие «рыбодобывающая база». Параметры рыбодобывающей базы и методы их оценки. Промысловая статистика. Параметры, методы оценки и анализа. Система рыбопромыслового мониторинга в России и за рубежом. Мониторинг промысловых усилий, методы учета объемов вылова, регистрация выгрузок, регистрация первой реализации, выбросы, приловы немерной рыбы и нецелевых видов. Понятие водных биоресурсов. Промыслово-биологические параметры системы запас-промысел. Методы оценки и анализа промыслово-биологических параметров.

### **Принципы системного подхода к управлению водными биоресурсами**

В настоящее время нет единства в определении понятия «система». В первых определениях в той или иной форме говорилось о том, что система – это элементы и связи (отношения) между ними. Например, основоположник теории систем Людвиг фон Берталанфи определял систему как комплекс взаимодействующих элементов или как совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой. А. Холл определяет систему как множество предметов вместе со связями между предметами и между их признаками. Ведутся дискуссии, какой термин – «отношение» или «связь» – лучше употреблять.

Позднее в определениях системы появляется понятие цели. Так, в Философском словаре система определяется как «совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой определенным образом и образующих некоторое целостное единство».

В последнее время в определение понятия системы наряду с элементами, связями и их свойствами и целями начинают включать наблюдателя, хотя впервые на необходимость учета взаимодействия между исследователем и изучаемой системой указал один из основоположников кибернетики У.Р. Эшби.

Система есть нечто целое, организованное множество.

Система есть множество вещей, свойств и отношений

Система в современном понимании есть некая совокупность внутренне взаимосвязанных частей. Основоположником теории систем стал Людвиг фон Берталанфи.

Система (от греч. *systema* – целое, составленное из частей соединение) – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство.

Системой (по Дж. О'Шонесси) называется совокупность взаимозависимых элементов, образующих единое целое; целое выполняет некоторую функцию.

Система – это некоторая целостность, состоящая из взаимосвязанных частей, каждая из которых вносит свой вклад в характеристики целого.

Существуют различные классификации систем в зависимости от целей исследования:

по отношению к внешней среде системы подразделяются на:

открытые – системы, способные обмениваться со средой массой, энергией и информацией;

закрытые – системы, изолированные от внешней среды;

Экономические системы – открытые, они являются составной частью более общей социально-экономической системы;

по признаку изменения системы в зависимости от фактора времени:

статические системы, состояние которых с течением времени остается практически постоянным;

динамические системы, изменяющие свое состояние во времени.

по признаку однородности входящих в систему элементов выделяются:

гомогенные системы, состоящие из однородных элементов и допускающие взаимозаменяемость;

гетерогенные системы, состоящие из разнородных элементов и не обладающие свойством взаимозаменяемости;

по степени организованности различают:

хорошо организованные системы – означают возможность определения элементов системы, их взаимосвязей между собой и целями системы;

плохо организованные (или диффузные) системы – характеризуются некоторым набором макропараметров и закономерностей, выявленных не на основе исследования всего объекта, а только по представительной выборке компонентов, характеризующих объект или процесс в целом;

самоорганизующиеся или развивающиеся системы – характеризуются как признаками, характерными для диффузных систем (стохастичностью поведения, нестабильностью отдельных параметров), так и специфическими признаками, основными из которых являются: непредсказуемость поведения, способность адаптироваться к изменяющимся условиям среды, менять структуру, сохраняя при этом свойство целостности; способность противостоять энтропийным тенденциям, формировать возможные варианты поведения и выбирать из них лучший.

Применение теории систем в менеджменте в конце 50-х годов явилось важнейшим вкладом школы науки управления. Системный подход – это не набор каких-то руководств или принципов для управляющих – это способ мышления по отношению к организации и управлению. Чтобы осознать, как системный подход помогает руководителю лучше понять организацию и более эффективно достичь целей, необходимо определить, что такое система.

Системой называется совокупность взаимозависимых элементов, образующих единое целое; целое выполняет некоторую функцию. Здесь существенно то, что элементы должны быть взаимозависимыми и/или взаимодействующими. Самые разные части могут быть объединены в «целое», но это «целое» еще не система, пока не сформирован, скажем, некий

механизм. Любая система может рассматриваться как подсистема некоторой более крупной системы.

Системный подход – это подход к исследованию объекта (проблемы, явления, процесса) как к системе, в которой выделены элементы, внутренние и внешние связи, наиболее существенным образом влияющие на исследуемые результаты его функционирования, а цели каждого из элементов, исходя из общего предназначения объекта. Можно также сказать, что системный подход – это такое направление методологии научного познания и практической деятельности, в основе которого лежит исследование любого объекта как сложной целостной социально-экономической системы.

Определим черты системного подхода:

Системный подход – форма методологического знания, связанная с исследованием и созданием объектов как систем, и относится только к системам.

Иерархичность познания, требующая многоуровневого изучения предмета: изучение самого предмета – «собственный» уровень; изучение этого же предмета как элемента более широкой системы – «вышестоящий» уровень; изучение этого предмета в соотношении с составляющими данный предмет элементами – «нижестоящий» уровень.

Системный подход требует рассматривать проблему не изолированно, а в единстве связей с окружающей средой, постигать сущность каждой связи и отдельного элемента, проводить ассоциации между общими и частными целями.

Основные принципы системного подхода (системного анализа):

Системный подход в исследовании управления можно представить в совокупности принципов, которым необходимо следовать и которые отражают как содержание, так и особенность системного подхода.

А. Принцип целостности

Он заключается в выделении объекта исследования целостным образованием, т.е. отграничении его от других явлений, от среды. Это можно сделать только посредством определения и оценки отличительных свойств явления и сравнения этих свойств со свойствами его элементов. При этом объект исследования не обязательно должен носить название системы. Например, система управления, система работы с персоналом и т.д. Это может быть механизм, процесс, решение, цель, проблема, ситуация и пр. Напомним, что системный подход – это установка на изучение, это комплекс принципов и методов исследования.

Целостность – это не абсолютная характеристика, она может выражаться в определенной мере. Системный подход предполагает установление этой меры. Этим он отличается от подходов аспектного, многоаспектного, комплексного, репродукционистского, концептуального, в рамках которых целостность выступает не как реальное и объективное

свойство, а, следовательно, и характеристика объекта, а как некоторое условие его изучения. Здесь целостность имеет условный характер.

#### Б. Принцип совместимости элементов целого.

Целое только тогда может существовать в качестве целого, когда совместимы между собой составляющие его элементы. Именно их совместимость и определяет возможность и наличие связей, их существование или функционирование в рамках целого. Системный подход требует оценить с этих позиций все элементы целого. При этом совместимость следует понимать не просто как свойство элемента как такового, а его свойство в соответствии с положением и функциональным статусом в этом целом, его отношение к системообразующим элементам.

Системообразующим элементом для социально-экономической системы является человек. Его отношения с другими людьми по самым различным поводам (техника, технология, информация, социальная принадлежность, психология, стоимость, деньги и т.д.) и характеризуют и связи в социально-экономической системе и ее целостность. Управление, так же как и производство, общество, фирма и т.д., т.е. некая общность людей, объединенных одной из их потребностей, является социально-экономической системой. В исследовании этой системы можно использовать как аспектный, так и системный подход.

#### В. Принцип функционально-структурного строения целого.

Этот принцип заключается в том, что при исследовании систем управления необходимо анализировать и определять функциональное строение системы, т.е. видеть не только элементы и их связи, но и функциональное содержание каждого из элементов. В двух идентичных системах с одинаковым набором элементов и их одинаковым строением может быть различным содержание функционирования этих элементов и их связи по определенным функциям. Это часто и оказывает влияние на эффективность управления. Например, в системе управления могут быть неразвитыми функции социального регулирования, функции прогнозирования и планирования, функции связей с общественностью.

Особым фактором использования этого принципа является фактор развитости функций и степень их обособления, которая в определенной мере характеризует профессионализм ее реализации.

Исследование функционального содержания системы управления обязательно должно включать и определение дисфункций, которые характеризуют наличие таких функций, которые не соответствуют функциям целого и тем самым могут нарушить устойчивость системы управления, необходимую стабильность ее функционирования. Дисфункции – это как бы лишние функции, иногда устаревшие, потерявшие свою актуальность, но в силу инерции еще существующие. Их необходимо выявлять при исследовании.

#### Г. Принцип развития

Любая система управления, которая является объектом исследования, находится на определенном уровне и этапе развития. Все ее характеристики определяются особенностями уровня и этапа развития. И это нельзя не учитывать в проведении исследования. Как это можно учесть? Очевидно, посредством сравнительного анализа прошлого ее состояния, настоящего и возможного будущего. Конечно, здесь возникают трудности информационного характера, а именно: наличие, достаточность и ценность информации. Но эти трудности могут быть уменьшены при систематическом исследовании системы управления, позволяющем накапливать необходимую информацию, определять тенденции развития и экстраполировать их на будущее.

#### Д. Принцип лабализации функций

Оценивая развитие системы управления, нельзя исключать возможность изменения ее общих функций, приобретения ею новых функций целостности, при относительной стабильности внутренних, т.е. их состава и структуры. Такое явление характеризует понятие лабильности функций системы управления. В реальной действительности нередко приходится наблюдать лабильность функций управления. Она имеет определенные пределы, но во многих случаях может отражать как положительные, так и отрицательные явления. Конечно, это должно быть в поле зрения исследователя.

#### Е. Принцип полуфункциональности

В системе управления могут быть функции полифункционального назначения. Это функции, соединенные по определенному признаку, для получения какого-либо специального эффекта. Его можно иначе назвать принципом функциональной совместимости. Но совместимость функций определяется не только ее содержанием, как нередко принято считать, но и целями управления и совместимостью исполнителей. Ведь функция – это не просто вид деятельности, но и человек, который реализует эту функцию. Часто функции, казалось бы несовместимые по своему содержанию, оказываются совместимыми в деятельности определенного специалиста. И наоборот. При исследовании полифункциональности нельзя забывать о человеческом факторе управления.

#### Ж. Принцип итеративности

Любое исследование является процессом, предполагающим определенную последовательность операций, использования методов, оценки результатов предварительных, промежуточных и конечных. Это характеризует итерационное строение процесса исследования. Его успех зависит от того, как мы выберем эти итерации, как будем их комбинировать.

#### З. Принцип вероятностных оценок

В исследовании не всегда существует возможность достаточно точно проследить и оценить все причинно-следственные связи, иначе говоря, представить объект исследования в детерминированном виде. Многие связи и отношения имеют объективно вероятностный характер, многие явления

можно оценить лишь вероятностно, если учитывать современный уровень, современные возможности изучения явлений социально-экономического и социально-психологического плана. Поэтому исследование управления должно быть ориентировано на вероятностные оценки. Это означает широкое использование методов статистического анализа, методик расчета вероятности, нормативных оценок, гибкого моделирования и пр.

#### И. Принцип вариантности.

Этот принцип вытекает из принципа вероятности. Сочетание вероятностей дает различные варианты отражения и понимания действительности. Каждый из таких вариантов может и должен быть в фокусе внимания исследования. Любое исследование может быть ориентировано либо на получение единственного результата, либо на определение возможных вариантов отражения реального положения дел с последующим анализом этих вариантов. Вариантность исследования проявляется в разработке не единственной, а нескольких рабочих гипотез или разнообразных концепций на первом этапе исследования. Вариантность может проявляться и в выборе аспектов и методов исследования, различных способов, скажем моделирования явлений.

Но эти принципы системности только тогда могут быть полезны и эффективны, могут отражать действительно системный подход, когда они сами будут учитываться и использоваться системно, т.е. во взаимозависимости и в связи друг с другом. Возможен такой парадокс: принципы системного подхода не дают системности в исследовании, потому что используются спорадически, без учета их связи, субординации, комплексности. Принципы системности надо использовать тоже системно.

Значение системного подхода заключается в том, что менеджеры могут проще согласовывать свою конкретную работу с работой организации в целом, если они понимают систему и свою роль в ней. Системный подход помогает установить причины принятия неэффективных решений, он же предоставляет средства и технические приемы для улучшения планирования и контроля.

Особенность системного подхода состоит в том, что система управления рассматривается как средство решения проблем организации. В этом подходе используется, как правило, методология системного анализа.

Системный подход пытается рассмотреть организацию и внешнюю среду в которой она функционирует, как целое. Фирма рассматривается как сеть решающих центров, связанных между собой и с внешним миром коммуникационными каналами. Организация при таком подходе ориентирована на процесс принятия решений, мотивацию и контроль.

Важнейшие принципы системного подхода:

процесс принятия решений должен начинаться с выявления и четкого формулирования конкретных целей

необходимо рассматривать всю проблему как целое, как единую систему и выявлять все последствия и взаимосвязи каждого частного решения;

необходимы выявление и анализ возможных альтернативных путей достижения целей;

цели отдельных подсистем не должны вступать в конфликт с целями всей системы;

восхождение от абстрактного к конкретному;

единство анализа и синтеза, логического и исторического;

выявление в объекте разнокачественных связей и их взаимодействие и др.

Таким образом, системный подход – это подход к исследованию объекта как к системе, в которой выделены элементы, внутренние и внешние связи, наиболее существенным образом влияющие на исследуемые результаты его функционирования, а цели каждого из элементов, исходя из общего предназначения объекта.

## **Понятие рыбохозяйственной системы. Состав структура и функции рыбохозяйственной системы.**

### **Формальное описание рыбохозяйственной системы**

В современном представлении сущность системного анализа заключается в следующем. Любой изучаемый объект рассматривается как система, состоящая из совокупности элементов, которые находятся в постоянном взаимодействии между собой. В результате взаимодействия элементов появляются новые эмерджентные свойства системы (*новые, уникальные свойства экосистемы, возникающие в результате синергического взаимодействия ее компонентов*), которые не могут быть сведены к сумме свойств слагающих ее элементов.

Здесь вполне справедливым может быть определение Платона о том, что «целое» есть нечто большее, чем сумма частей. Следовательно, изучение системы должно основываться на рассмотрении ее как некоторой целостности, но не сводиться к изучению отдельных элементов. Системы могут классифицироваться по типу объекта (технические, управленческие, экологические и т.п.), по виду научного представления (математические, физические, химические и т.п.), по связи с внешней средой (открытые и закрытые), по сложности (простые и сложные), по степени организованности (хорошо организованные, плохо организованные - диффузные и самоорганизующиеся). К числу задач, решаемых теорией систем, относятся: определение общей структуры системы; изучение организации взаимодействия между подсистемами и элементами; учет влияния внешней среды; оценка поведения системы и выбор алгоритмов управления.

Анализ методологии системного подхода, применительно к биологическим наукам и, в частности, к экологии показал, что многие его понятия имеют достаточно общий характер и никак не могут использоваться в целях описания рыбохозяйственных систем.

Имеется сравнительно небольшое число работ методического характера, посвященных применению системного анализа для целей рыбохозяйственных исследований.

Начало - работы Л. Берталанфи и применительно к экологии сформулированные В.Д.Федоровым и Т.Г.Гильмановым. Работы этих авторов представляют интерес в том плане, что их теоретические построения имели в значительной степени абстрактный характер.

Это позволяет применять результаты их исследований к любым изучаемым объектам. В том числе, как нам представляется, и к экосистеме рыбохозяйственного водоема.

### **Состав системы и методы его анализа**

Под составом  $X = \{X_i, X_j, \dots, X_n\}$  понимается множество элементов, образующих систему. В зависимости от целей изучения, уровня знаний и технических возможностей в систему могут включаться любые элементы, объединение которых представляется логически оправданным. Например, имеют право на существование такие системы, как «хищник - жертва»,



система течений водоема, системы водных масс или экосистема водоема в целом. Учитывая рассмотренную выше специфику проведения рыбохозяйственных исследований и особенности управления **рыбохозяйственной экосистемой**, состав последней может быть представлен тремя главными элементами:

- 1) самим водоемом, включающим абиотическую и биотическую компоненты, в совокупности определяющие среду обитания рыб;
- 2) ихтиофауной или совокупностью эксплуатируемых и неэксплуатируемых популяций рыб;
- 3) промыслом.

Между этими элементами имеются определенные взаимодействия, которые и определяют возможность объединения их в систему.

**Все элементы, составляющие экосистему рыбохозяйственного водоема, имеют определенные свойства и описываются некоторым набором параметров, оценка значений которых и является сутью рыбохозяйственных исследований.** Например, водоем характеризуется глубиной, площадью, объемом водной массы, а сама водная среда - температурой, содержанием кислорода, углекислого газа, биогенов; популяции рыб имеют некоторую численность и ихтиомассу. Таким образом, вполне отчетливо проявляется целесообразность выделения по крайней мере, двух понятий. С одной стороны, набор элементов, которые составляют систему, может выступать как некоторая ее характеристика и, следовательно, должна изучаться с другой стороны, сами свойства элементов могут иметь количественное выражение и также определенным образом охарактеризовать систему.

В этой связи предлагается для описания состава системы использовать два термина – «качественный состав системы» и «количественный состав системы», которые имеют существенно различные свойства. Заметим, что некоторые элементы такой интерпретации понятия "состав системы" уже использовались в литературе. Так, В.Д.Федоров и Т.Г.Гильманов при описании задач, решаемых в процессе полевых экологических исследований, выделяли этот этап оценки видового состава организмов, населяющих экосистемы, климата, типа почв и этап количественной оценки основных показателей состава экосистемы - численности и биомассы популяций, значений параметров среды.

Проведем формальный анализ выделенных показателей.

**Качественный состав** характеризует набор (список) элементов, составляющих систему. Если рассматривать рыбохозяйственную систему как совокупность только трех основных элементов, обозначенных выше, то может показаться, что само понятие состава не имеет существенной роли в исследованиях, так как последний заранее известен. Однако такое окажется неправомерным, когда мы примем во внимание тот факт, что любой элемент системы не является однородным. В свою очередь, в соответствии со свойством иерархичности, он может рассматриваться как система более

низкого уровня - подсистема. Так, вероятно, в водоеме могут быть выделены подсистемы водной среды, планктона, бентоса, и тогда оценка качественного состава каждой подсистемы окажется не столь очевидной. Допустим даже, что набор химических элементов, растворенных в воде относительно постоянен (если не учитывать различные поллютанты), но этого нельзя сказать о качественном составе других элементов. Видовой состав зоопланктона и зообентоса, во-первых, заранее неизвестен, а во-вторых, подвержен определенным изменениям во времени и пространстве. Еще более сложная картина может иметь место для промысла. В настоящее время при анализе рыболовства исследователи обычно пользуются эмпирическим подходом, рассматривая те или иные его стороны - селективность орудий лова, промысловые усилия, объем выпуска рыбопродукции и т.п. В этой связи не вполне ясно, что же является составом системы промысла - состав рыбодобывающего флота или может быть орудия лова. Эти вопросы и должен решать системный анализ в применении к рыбохозяйственным исследованиям.

Помимо самого факта наличия качественной структуры, необходимо определить и методические подходы к ее идентификации. Для ряда систем имеются ставшие уже стандартные методы оценки качественного состава. Так, видовой состав зоопланктонного и зообентосного сообществ, гидрохимических ингредиентов оценивается путем отбора и анализа проб, ихтиофауны - контрольных, промысловых или любительских уловов. Для других систем подходы к изучению состава еще не сложились, и предполагается их сформулировать в настоящей работе. При этом следует исходить из того, что все разрабатываемые подходы должны вписываться в уже существующие направления рыбохозяйственных исследований. Например, можно предложить оценивать состав орудий рыболовства в процессе регистрации органами рыбоохраны пользователей рыбных ресурсов по специально разработанной для этого программе, характер водопользования - в результате проведения экологической экспертизы предприятий и т.п.

Рассмотрим аналитические возможности показателя качественного состава. Синэкологические исследования, проведенные на внутренних водоемах, результаты которых в наиболее законченном виде изложены в работах Л.А. Жакова, Ю.С. Решетникова, показывают эффективность анализа видового состава рыбного населения в связи с типологией водоемов, их эвтрофированием и сукцессионными процессами. Имеются другие исследования, посвященные анализу состава гидрофауны, но самая полная сводка приведена в работе Ю.А. Песенко, посвященной, однако, наземным фаунистическим исследованиям.

Обращает на себя внимание следующий факт: системный анализ качественного состава имеет приложение исключительно для биотической части водной экосистемы, хотя на самом деле данный показатель имеет универсальный характер и может применяться для любых систем как реальных,

так и абстрактных. Такое положение связано, вероятно, с тем, что, несмотря на многочисленность работ, в которых применялся анализ качественного состава сообществ в ихтиологии и гидробиологии, формального анализа этого показателя до настоящего времени не проводилось.

С точки зрения системного анализа можно выделить несколько направлений работы с качественным составом.

1. Рассматривая качественный состав как множество, допустимо применять обычные математические операции - объединение, пересечение, разность и дополнение множеств. Например, путем объединения видового состава уловов различных орудий можно установить состав ихтиофауны водоема:

$A = \{\text{лещ, плотва, густера}\}$  - видовой состав сетных уловов;

$B = \{\text{лещ, судак}\}$  - видовой состав траловых уловов;

$C = A \text{ и } B = \{\text{лещ, плотва, густера, судак}\}$  - видовой состав промысловой ихтиофауны, определяя пересечение списка запрещенных к промыслу видов с качественным видовым составом уловов различных орудий, - подобрать рыбодобывающий комплекс, обеспечивающий соблюдение применяемых на водоеме правил рыболовства:

$A = \{\text{стерлядь, осетр}\}$  - запрещенные к промыслу виды;

$B = \{\text{лещ, судак, стерлядь}\}$  - видовой состав траловых уловов;

$C = \{\text{лещ, плотва, густера}\}$  - видовой состав сетных уловов;  $A \text{ и } B = \{\text{стерлядь}\}$  - выбор наиболее экологичного орудия лова.

$A \text{ и } C = 0$

Сопоставление (по сути дела, пересечение) списков видов имеет значение в гидробиологии при оценке качества поверхностных вод по организм-индикаторам. Примечательно, что все эти операции легко реализуются в любых системах управления базами данных с помощью языка запросов.

Данные показатели позволяют проводить изучение любых систем, но до настоящего времени они получили широкое распространение преимущественно в наземной экологии и гидробиологических исследованиях. Имеется сравнительно небольшое количество работ, в которых данный подход использовался бы для анализа ихтиоценозов и практически отсутствуют попытки применения его для других подсистем, например, промысла.

**Как видно, качественный состав является важной характеристикой системы, анализ которого позволяет решать достаточно широкий круг задач.** В то же время, он является сравнительно просто определяемым, и для любой подсистемы нетрудно построить теоретически возможный список источников информации, приемлемый для оценки ее качественного состава. Так, логично принять, что состав ихтиофауны рыбохозяйственного водоема может быть оценен не только на основании контрольных или промысловых уловов, но и данных о любительском рыболовстве, протоколах о нарушениях правил рыболовства, актах об ущербах, так как данные документы в той или иной степени содержат информацию о видах рыб,

встречающихся в водоеме. Определение списка источников данных о составе той или иной системы является очень важным, так как с одной стороны, позволяет существенно сократить объемы непосредственно научных работ и, соответственно, затраты, а с другой, - резко увеличить количество первичного материала, доступного для анализа.

Помимо самого факта наличия или отсутствия, каждый элемент рассматриваемой системы характеризуется определенными количественными показателями, которые в совокупности мы предлагаем обозначить термином количественный состав системы. Количество того или иного элемента в системе может выражаться в абсолютных или относительных величинах, в зависимости от сложившихся традиций и задач, - в различных единицах. Так, гидрохимические показатели выражаются в мг/л и мл/л, количество зоопланктона - в экз./м куб. или г/м куб., рыб - экз. или т, орудий лова - в их количестве или облавливаемом пространстве (специально именованной единице - промах по А.И.Трешеву.

В зависимости от рассматриваемой подсистемы ее **количественный состав может быть определен как непосредственно в процессе рыбохозяйственных наблюдений (гидрологические и гидрохимические параметры водоема, уровень развития добывающей базы), так и в результате специальных дополнительных и зачастую весьма сложных исследований (численности рыб, продукция кормовой базы, промысловое усилие).**

По сути дела, определение качественного состава является первым этапом оценки параметров системы, а количественного - следующим. Например, при анализе уловов исследователь сначала определяет список видов, которые составляют улов, а затем уже подсчитывает количество особей каждого вида или, путем взвешивания, оценивает массу. Как первый (качественный), так и второй (количественный) показатели состава являются важными характеристиками исследуемой системы, обладающими определенными аналитическими возможностями, но требующими существенно различных усилий для их оценки.

### **Структура системы**

Значительно сложнее обстоит дело с интерпретацией в рыбохозяйственных исследованиях понятия «структура». Согласно концепции системного анализа, под структурой понимается характер связей (взаимоотношений) между элементами системы.

Как правило, количество связей в системе бывает значительно большим, чем количество элементов, что обычно рассматривается как одно из условий ее стабильности.

Используя такую интерпретацию, **структура экосистемы рыбохозяйственного водоема** в самом общем виде может быть представлена следующим образом:

- морфология водоема, гидрохимический и гидрологический режим определяет условия существования гидробионтов;

- уровень развития кормовой базы, который во многом зависит от сложившегося экологического состоянием, обуславливает продуктивность рыбного населения и водоема в целом;

- морфологические особенности и, в ряде случаев, гидрологический режим в значительной степени влияют на условия ведения рыболовства и его дислокацию (возможность применения активных или пассивных орудий лова и т.п.);

- промысел изымает часть эксплуатируемого запаса в виде улова, уменьшает общую численность рыб, обуславливая характер функционирования популяций, их взаимодействие друг с другом;

- численность рыб, их биологические показатели, а также характер распределения по акватории водоема определяют эффективность ведения рыболовства.

Список таких связей, составляющих структуру экосистемы рыбохозяйственного водоема, можно было бы продолжить.

С формальной точки зрения, приведенное описание рассматриваемого понятия структуры системы является, безусловно, правильным, но вместе с тем, приходится признать, что принципиальная структура экосистемы водоемов уже достаточно изучена, основные связи между элементами известны давно и их описание вошло во все учебники по экологии и ихтиологии. Следовательно, для установления самой структуры вообще не нужны были бы никакие ихтиологические наблюдения. Единственным, что остается неизвестным и специфическим для каждого водоема, так это количественное выражение самих связей. И здесь мы сталкиваемся с проблемой методологии рыбохозяйственных исследований.

Что значит получить количественное выражение структуры экосистемы водоема? Для этого необходимо проследить потоки вещества, энергии и информации, существующие между отдельными элементами. Например, для оценки воздействия промысла на эксплуатируемую популяцию нужно было бы установить, каким образом уменьшение численности в результате рыболовства влияет на обеспеченность оставшихся особей пищей, а для этого изучить характер питания, энергетику, рассчитать рационы, пищевые отношения и т.п. Понятно, что все эти зависимости на современном уровне развития науки могут быть количественно описаны, но, как правило, такой анализ осуществляется в ходе специальных достаточно сложных работ, которые не входят в стандартный комплекс рыбохозяйственных исследований. Имеется сравнительно небольшое количество внутренних водоемов, в которых были бы количественно исследованы потоки энергии, существующие в экосистеме, тем более, влияние на характер трансформации энергии результатов хозяйственной деятельности.

**Отсюда следует вывод, что данные, которые собираются в результате рыбохозяйственных наблюдений позволяют оценить лишь качественный и в некоторых случаях количественный состав системы,**

**но не ее структуру в той трактовке, в которой это понятие применяется в системном анализе.** Понятно, что такой результат не может удовлетворить исследователя, так как знание только состава системы не может обеспечить решение задач по управлению. В то же время, ограничить результаты ихтиологических исследований только изучением состава представляется совершенно недостаточным, так как в этом случае нельзя будет говорить не только об экосистеме, но даже о рыбном сообществе как объекте изучения, а правомочным окажется оперировать лишь списком видов, списком пользователей ресурсов или орудий лова и т.п.

Несмотря на это, в ихтиологии широко используется понятие «структура», которое зачастую не согласуется с «системной» трактовкой этого термина. Кроме того, во многих случаях в литературе выражения «видовая структура» и «видовой состав», «размерная структура» и «размерный состав» и аналогичные им используются как синонимы. Нам представляется необходимым разделить эти понятия и установить способы оценки данных атрибутов рыбохозяйственной системы, исходя из сложившихся методов проведения рыбохозяйственных наблюдений. Это оказывается возможным путем расширенной интерпретации содержания понятия «структура».

Аналогично тому, как это имеет место с описанием «состава», представляется возможным выделение нескольких способов представления структуры системы.

1. Термином «качественная структура» системы можно обозначить блок-схему основных связей между элементами системы, например, конкурирующими видами, хищником и жертвой и т.д. Заметим, кстати, что к настоящему времени основные связи, существующие внутри водных экосистем, уже известны и их специальное изучение вряд ли необходимо. Возможно лишь некоторое уточнение связей в конкретных водоемах. В системном анализе такое представление структуры называется «сетевой».

2. Представляется целесообразным использование термина «количественная структура» системы. Такая количественная структура может быть изображена в виде блок-схемы, но уже с указанием количественных характеристик имеющихся связей. Например, количества энергии кормовых объектов, потребляемой консументами.

Если отвлечься от чисто вещественного представления структуры, то окажется, что могут иметь место и иные характеристики систем. В частности, в работах Л.А.Жакова, Ю.С.Решетникова и ряда других авторов применяется анализ сопряженности между различными видами рыб, населяющих озера, в виде дендрограмм. При этом дендрограмма отражает силу формальных связей между элементами некоторой абстрактной системы. Элементами выступают виды рыб, а системой - ихтиофауна региона.

3. Помимо двух указанных случаев, нам видится необходимым применить третий способ представления структуры. Если под структурой

понимать не только характер взаимосвязей между видами, но и способ организации системы, то можно подойти к иному осмыслению ихтиологической информации.

Действительно, обладая одинаковым качественным и количественным составом рыбного населения, разные водоемы могут иметь различную структуру сообщества, обусловленную как отношениями между самими рыбами, так и связями рыб с окружающей их биотической и абиотической средой. Сами связи «увидеть», исходя из наших материалов, мы не можем но их результат будет иметь вполне реальное отражение в виде соотношения численностей отдельных видов в ихтиофауне, количества различных типов орудий лова или концентрации химических элементов.

Ясно, что, зная, например, численность всех видов в ихтиофауне, еще нельзя говорить об организационной структуре сообщества. Сама структура, как способ организации системы появится лишь тогда, когда мы сопоставим численность разных видов. В этом случае структура системы будет отражать не реальные, а некоторые абстрактные связи между элементами, которые, несмотря на это, будут способствовать лучшему пониманию особенностей структуры.

Такой тип структуры, который мы обозначили термином «организационная структура», можно установить и исследовать на основе существующих стандартных методов сбора ихтиологической информации.

Предложенный способ выгодно отличается от сетевого представления структур по следующим соображениям:

1) структура, понимаемая как способ организации системы, может быть установлена на основе стандартных рыбохозяйственных исследований и связана с обычными показателями, получаемыми в результате них. Так, например, структура ихтиофауны может быть установлена на основе актов прилова молоди, протоколов о нарушениях и, конечно, в идеальном случае, в результате проведения контрольных обловов;

2) не зная количественного выражения состава системы, т.е. не имея численности или биомассы отдельных видов или ихтиофауны в целом, можно установить организационную структуру по относительным показателям численности или биомассе видов. Анализ такой структуры позволяет делать определенные выводы как по оценке влияния рыболовства на запасы, так и по его регулированию. Нерациональный промысел может привести к снижению численности одного из видов, и это отразится на видовой структуре ихтиофауны; а анализ видовой или размерной структуры уловов позволяет выбрать наиболее оптимальные из них или наоборот - выделить те, использование которых может иметь отрицательные последствия.

3) предложенное понятие «организационной структуры» является универсальным, так как пригодно для описания любого компонента рыбохозяйственной системы. Так, например примерше^ мер, можно говорить о морфологической структуре водоема, подразумевая под этим соотношение

площадей отдельных частей, которые различаются по гидрологическому режиму.

Таким образом, организационную структуру, как характеристику экосистемы, можно оценивать, изучать, анализировать. Например, показателем адекватности селективных свойств орудий лова является относительное значение в улове маломерных рыб, а индикатором интенсификации промысла может служить изменение структуры улова в сторону увеличения доли молоди. Даже не зная абсолютных значений численности и биомассы видов, их трофических или иных связей друг с другом, можно только на основании структурного анализа принимать решения в области управления рыбохозяйственной экосистемой.

Проведем детализацию понятий. Логичным представляется выделение двух видов организационной структуры:

1) во-первых, «собственной структуры» как некоторой характеристики изолированного сообщества или подсистемы. Например, допустимо говорить о видовой (соотношение численностей или биомасс различных видов) или размерной (соотношение численностей различных размерных групп) структурах;

2) во-вторых, «экологической структуры», которая будет определяться подразделением элементов системы или подсистемы на группы в связи с существованием их в некотором экологическом пространстве.

Например, учитывая неравномерность распределения видового и размерного состав сообщества рыб по акватории водоема можно выделить пространственную структуру, а принимая во внимание соотношение численностей различных групп видов по их участию в промысле - промысловую структуру. В последнем случае, переходя от уровня сообщества к популяции, мы приходим к принятым в промысловой ихтиологии понятиям пополнение, остаток, промысловый и эксплуатируемый запас.

#### Функция системы

Описанное выше формальное представление состава и структуры экосистемы рыбохозяйственного водоема позволяет подойти к интерпретации такого понятия, как функция.

**Согласно основным положениям системного анализа под функцией (функционированием системы) понимается закон (правило), по которому происходит изменение во времени состава и структуры системы.**

Для рыбохозяйственного водоема наиболее важными функциями представляются следующие:

- изменение экологического состояния под воздействием естественных и антропогенных факторов. В конечном итоге экологическое состояние отражает и определяет состав и структуру экосистемы;



**-динамика состава и структуры рыбного населения под воздействием рыболовства или других направленных действий человека;**

**- изменения промысловой продуктивности водоема (величин и качественного состава уловов) в результате управления рыболовством и рыбохозяйственной системой в целом.**

В качестве примера функции экосистемы рыбохозяйственного водоема можно привести многолетнюю динамику структуры уловов оз. Балхаш, связанную с натурализацией вселенцев (леща и судака) и подавлением аборигенных видов (сазана, балхашской маринки и балхашского окуня).

Следует согласиться с мнением К.С.Холлинга с соавторами о том, что «изменчивость, а не постоянство является характеристикой экологической системы». Таким образом, чтобы установить функцию рыбохозяйственной системы необходимо иметь сведения о ее составе и структуре в различные моменты существования. При этом оказывается, что наш более эффективным способом изучения функционирования системы является анализ динамики структур и, в частности, организационной структуры.

В более широком смысле, под функцией понимается закономерность изменения одного параметра системы в зависимости от изменения другого (не только времени). В этом случае появляется возможность систематизировать процесс нахождения основных функций системы. Для этого достаточно: 1) определить список параметров, 2) установить причинно - следственные связи между ними, 3) выбрать наиболее адекватные виды функциональных зависимостей, 4) с помощью регрессионного анализа установить коэффициенты уравнений регрессии.

### **О содержании понятия «рыбодобывающая база»**

В современных условиях важнейшей задачей рыбохозяйственных исследований является информационное обеспечение управления водными биоресурсами. Эффективность выработки управленческих решений при этом во многом зависит от принятой модели исследуемой системы и методологии ее изучения. До последнего времени, как правило, объектом рыбохозяйственных исследований являлась экосистема рыбохозяйственного водоема в ее биоэкологическом понимании, т.е. изучалось само рыбное население, кормовая база рыб, а также гидрологические и гидрохимические параметры, которые создают условия для существования рыб и формирование биологической продуктивности. Промысел рассматривался как некоторый внешний фактор, чуждый экосистеме, влияние которого нужно всемерно ограничивать. В реальности оказалось, что, во-первых, в условиях быстро растущего населения планеты невозможно вести эксплуатацию на том уровне, при котором не сказывалось бы ее влияние на экосистему, а во-вторых, именно промысел является тем инструментом, который и обеспечивает управление экосистемой рыбохозяйственного водоема. В естественных водоемах человек в большинстве случаев не может произвольно устанавливать гидрологический режим или

гидробиологическое состояние водоема. Вместе с тем, подбирая определенный комплекс орудий лова, регламентируя характер рыболовства используемыми техническими средствами, оказывается возможным изменить состав рыбного населения и связанных с ним элементов экосистемы в том направлении, которое будет в большей степени соответствовать выбранному критерию рационального природопользования.

Более того, рыболовство не только воздействует на экосистему, но в значительной степени испытывает и обратное влияние. Никакие решения органов рыбоохраны или Правила рыболовства не могут обеспечить применение орудий или судов не адекватных данным морфологическим и гидрологическим условиям водоема, а структура рыбного населения и потребительский спрос на рыбу, определяет направленность рыболовства и условия его ведения. Таким образом, во взаимодействии с естественной экосистемой формируется некоторая, связанная с ней подсистема, которая обычно обозначается термином «рыбодобывающая база». Эта подсистема имеет определенный состав, структуру, характер функционирования, и изучение ее, несомненно, должно входить в состав рыбохозяйственных исследований.

Несмотря на очевидность этого тезиса, не будет преувеличением сказать, что к настоящему времени, при хорошо отработанных гидрологических, гидробиологических и ихтиологических методах исследования, практически полностью отсутствуют методики исследования рыбодобывающей базы. В лучшем случае проводится оценка промысловых усилий и уловов, приходящихся на единицу промыслового усилия. Последние используются как индексы численности, характеризующие состояние эксплуатируемого запаса, но не промысел. Не решают данной проблемы и исследования в области промышленного рыболовства, так как они, по своей сути, нацелены на выработку технологических решений конструирования и эксплуатации орудий промышленного рыболовства. Понятно, что ни о каком экосистемном подходе здесь не может идти речи.

### **Структура рыбодобывающей базы**

Примем базовую модель системы. Под «рыбодобывающей базой» будем понимать совокупность элементов, обеспечивающих ведение рыболовства на конкретном водоеме и имеющих определенные отношения как с самим водоемом - его геоморфологическими, гидрологическими особенностями, так и с сырьевой базой - популяциями рыб или других гидробионтов, которые подвергаются эксплуатации. В самом общем виде рыбодобывающая база будет состоять из трех взаимосвязанных элементов - пользователей рыбных ресурсов, рыбодобывающего флота и орудий рыболовства. Каждый элемент обладает определенными свойствами и, в свою очередь, может рассматриваться как система более низкого уровня. Например, пользователи рыбных ресурсов представляют собой не просто совокупность, а систему отдельных рыбодобывающих предприятий, которые вступают между собой в определенные отношения по поводу ведения рыболовства, имеют известные юридические права, структуру и потенциальные

возможности для организации промысла. Зачастую эти отношения могут иметь конфликтный характер, оказывающий влияние не только на сами организации, но и на динамику экосистемы. Так, наиболее характерным для внутренних водоемов в настоящее время является противоречие между малыми рыболовными предприятиями (эффективно осваивающие квоты, но слабо контролируемые органами рыбоохраны) и рыболовецкими колхозами (обладающими закрепленными рыболовными участками, льготами по налогообложению, но имеющими низкую эффективность администрирования). Понятно, что в зависимости от соотношения количества пользователей, относящихся к этим двум группам, будет оказываться различное влияние на запасы. С другой стороны, особенности самого рыбохозяйственного водоема оказывают влияние на состав пользователей: крупные пользователи не могут вести промысел на небольших водоемах, а мелкие, в силу ограниченности технических средств, не способны к широкомасштабному рыболовству. Аналогичные рассуждения могут быть приведены и по другим элементам системы рыбодобывающей базы. Например, в зависимости от глубины водоема, течений, волнения могут эксплуатироваться те или иные типы судов, но, в свою очередь, применяемый тип судна будет определять специфику используемых орудий рыболовства и интенсивность воздействия на эксплуатируемые запасы.

Представим выделенные элементы системы в виде некоторой иерархической структуры таким образом, что отдельный пользователь владеет некоторым количеством судов или же структурных подразделений (бригад, в свою очередь, обладающих определенными техническими средствами), а суда применяют известный набор орудий лова (рис.21). С позиции системного подхода исследование состоит в оценке состава, структуры и функции изучаемой системы.



Рис. 21. Иерархическая структура рыбодобывающей базы

Свойства системы могут быть разделены на два типа: собственные, присущие самому элементу и эмерджентные, проявляющиеся в процессе взаимодействия между элементами. Например, собственными свойствами невода являются длина крыла, шаг ячеи в мотне, коэффициент посадки, а эмерджентными - видовая селективность, процент прилова молоди, коэффициент уловистости, площадь тоневого участка. Понятно, что, помимо конструктивных особенностей орудия, эти свойства зависят от морфологии водоема, состава и структуры ихтиофауны. До того момента, пока данное орудие лова не включится в состав экосистемы рыбохозяйственного водоема и не начнет

взаимодействовать с другими элементами, невозможно определить эмерджентные свойства. Заметим также, что собственные свойства, как правило, относительно стабильны, в то время как, эмерджентные подвержены существенным изменениям.

Состав системы может иметь качественное и количественное выражение. Так, можно говорить о качественном составе рыбодобывающего флота, подразумевая под этим список типов применяемых судов, состав применяемых орудий. Анализ качественного состава (широты списка) позволяет делать заключения о тенденциях в динамике добывающей базы, сравнивать между собой различные водоемы, судить о разнообразии средств ведения рыболовства. Оценка качественного состава всегда является первым и, обычно, наименее трудоемким этапом исследования. Однако важно иметь в виду следующее: даже описание качественного состава требует предварительного формального анализа объекта исследования. Например, в приведенном выше случае для установления состава добывающего флота необходимо сначала провести его типизацию, при этом за основу могут быть взяты различные признаки: можно говорить о качественном составе флота по типам судов, водоизмещению, размерам, типу движителя и т.п.

Термином «количественный состав» рыбодобывающей базы можно обозначить количественную характеристику элементов в виде количества орудий лова каждого из типов (отцеживающих, объецаивающих, пассивных, активных и т.п.), применяемых на водоеме, либо в виде величины промыслового усилия, развиваемого каждым из типов, выраженного в определенных единицах (проммах по А.И.Трещеву), либо в улове, приходящимся на тот или иной тип. Анализируя изменения количественных показателей, характеризующих орудия рыболовства, можно судить о воздействии на запасы. Более того, количественный состав добывающего комплекса сам находится в зависимости от состояния сырьевой базы: быстрое увеличение количества тралов на Куршском заливе в послевоенный период повлекло за собой такое же быстрое их сокращение в связи с подрывом запасов, а рациональное их применение на Волжских водохранилищах обеспечило повышение уловов.

Таким образом, для определения качественного и количественного состава системы необходимо 1) идентифицировать свойства элементов, анализ которых будет важен с точки зрения управления экосистемой, 2) выбрать методы оценки этих свойств и определить источники информации. Заметим, что в отличие от собственно ихтиологических и гидробиологических исследований, параметры добывающей базы не являются очевидными, список их еще не сложился, а методы оценки не описаны и оказываются не совсем простыми. Например, только для определения достоверного состава пользователей рыбных ресурсов Калининградской области потребовались выработка специальной системы регистрации, разработка стандартных паспортов, проведение организационных мероприятий со стороны органов рыбоохраны по сбору данных. Задача же достоверного учета орудий рыболовства и их использования на промысле не решена в полном объеме до настоящего времени. В результате, ввиду отсутствия

методических разработок, структура рыбодобывающих организаций на водоемах области стала известна лишь для последних 5-10 лет, следовательно, весь предшествующий период существования экосистем не поддается полноценному количественному анализу.

Структура системы представляет собой взаимосвязь между элементами и может быть описана либо в виде блок-схемы, характеризующей основные связи, либо, что наиболее широко используется в рыбохозяйственных исследованиях, как соотношение количественных показателей отдельных элементов, сгруппированных по их свойствам. Например, независимо от общего числа применяемых орудий рыболовства для системы может быть важным соотношение между количеством активных и пассивных орудий или же, как было показано выше, соотношения между пользователями, имеющими различный юридический статус. Анализ этих структурных особенностей добывающей базы и их динамики во времени позволяет вскрыть закономерности функционирования системы и обосновать мероприятия по управлению ею. Заметим также, что, если в собственно ихтиологических исследованиях основные структурные характеристики, например, размерная, возрастная структуры популяций, видовая структура ихтиоценоза уже сложились, то для добывающей базы, требуется их идентифицировать и определить аналитические возможности.

В зависимости от способа оценки все параметры, применяемые для анализа системы вообще и рыбодобывающей базы в частности, могут быть разделены на две группы.

1. Первичные параметры, которые определяются напрямую в результате наблюдений. К ним можно отнести юридический адрес пользователя, тип судна, шаг ячеи в орудии лова, величину улова данного вида рыбы.

2. Вторичные или производные параметры, определяемые путем соотношения между собой первичных параметров. В этом смысле наиболее часто применяется показатель улова, приходящегося на единицу промыслового усилия, хотя, как будет показано ниже, этим не исчерпывается список вторичных параметров, применяемых для анализа рыбодобывающей базы.

Заметим, что при использовании предлагаемой иерархической структуры добывающей базы многие показатели являются интегральными и не определяются напрямую. Так, водоизмещение флота, принадлежащего пользователю, хотя и является его собственным параметром, но может оцениваться путем суммирования водоизмещения всех судов, а состав орудий рыболовства на водоеме - путем объединения списков типов орудий, применяемых отдельными бригадами или судами. Это свойство является особенно важным при организации банка данных рыбохозяйственной информации: для каждого параметра должен быть обозначен низший уровень иерархии, на котором он определяется, и тогда оценка его для более высоких уровней превращается в простую математическую операцию суммирования или объединения. Решение же обратной задачи невозможно. Так, если сбор промысловой статистики осуществляется на основании принятой в настоящее время системы 15-суточных донесений от пользователей, то любой анализ

интенсивности и селективности промысла оказывается недоступным, так как эти донесения представляют собой уже интегрированную информацию вылова отдельными орудиями лова, судами или бригадами.

Несмотря на очевидную целесообразность такой схемы в реальных условиях для внутренних водоемов она не всегда может быть реализована. Поэтому, в зависимости от сложившейся системы контроля за промыслом, допустимо применение нескольких подходов к оценке одного и того же параметра. Так, численность рыбаков, принадлежащих пользователю, можно рассчитать как сумму численности команд судов или бригад, но если такая информация недоступна, то данный показатель оценивается просто по заявке на промысел, подаваемой в органы рыбоохраны. Понятно, что такой подход требует определенной организационной подготовки, как, впрочем, и любые ихтиологические исследования. Важным является тот факт, что в первом варианте для уровня пользователя анализируемый показатель является интегрированным, а во втором - первичным.

### **Рыбопромысловая статистика**

В настоящем разделе рассматриваются основы системного подхода к анализу рыбопромысловой информации, который, с одной стороны, позволял бы наиболее эффективно оценить состояние рыбодобывающей базы и интенсивности промысла, а с другой - обеспечивал бы получение исходных материалов для изучения запасов и прогнозирования уловов. Информация о состоянии рыболовства на внутренних водоемах обладает определенной спецификой и не позволяет напрямую использовать достаточно хорошо отработанные подходы к работе с ней, применяемые в океаническом рыболовстве. Вместе с тем, опыт сбора и обработки рыбопромысловой информации об океаническом промысле может оказаться весьма полезным.

Исследования океанического рыболовства явственно распадаются на два направления, различающиеся как предметом, так и целями исследования. С одной стороны, отрабатывается система сбора, передачи первичной информации и определяется набор стандартных показателей, которые должны давать полную характеристику состояния промысла. Реализация этого направления завершилась внедрением в рыбной промышленности СССР системы "Риф", которая помимо информации о промысле на основании суточных судовых донесений (ССД) позволяла отслеживать дислокацию флота, расход топлива, выпуск продукции, т.е. решала широкий круг информационных задач. Развитие данного подхода было продолжено в России на новом техническом уровне в виде информационной системы "Рыболовство" и электронного позиционирования.

Другое направление предусматривает разработку методологических основ регулирования рыболовства и базируется на исследовании биологических параметров эксплуатируемых популяций рыб (темпа роста, естественной и промысловой смертности, характера питания и прочего преимущественно на основе различных модификаций виртуально-популяционного анализа и продукционных моделей). Здесь результаты промысла являются лишь одним из

входящих параметров. Ряд исследований данного направления был выполнен применительно и к пресноводным водоемам в рамках разработки кадастра рыб СССР.

Ближайшее рассмотрение указанных работ позволяет констатировать, что в них промысловая статистика используется либо как средство контроля за рыболовством, например, с точки зрения выполнения планов вылова или освоения квот, либо как данные для решения задач биологического характера. Методика же анализа непосредственно рыболовства, как в том, так и в другом случаях выпадала из поля зрения. Сам анализ базировался на интуитивных соображениях исследователя, и его адекватность определялась уровнем квалификации последнего. Не случайно в последнее время появляются высказывания о необходимости теоретической проработки вопроса о способах анализа рыболовства.

В целом информация об океаническом рыболовстве при ее огромном объеме не отличается большой сложностью: все промысловые операции «привязываются» к координатной сетке, на промысле используется небольшой набор орудий лова и стандартные типы судов с известными промысловыми характеристиками, уловы обычно представлены ограниченным количеством видов. Сама информация о результатах промысла легко унифицируется, может передаваться средствами радиосвязи и обрабатываться специально для этого созданными информационными центрами.

Рыбопромысловая информация по внутренним водоемам имеет существенные отличия. Здесь применяется широкий ассортимент орудий лова, которые зачастую имеют местные названия и неизвестные промысловых характеристики, видовой состав уловов весьма широк (в промысловой фауне России представлено около 200 видов), невозможно использование сетки координат (или она не применяется) и оперативная передача информации по радиосвязи. Кроме того, на внутренних водоемах практически не используются стандартные типы судов, а применяется маломерный флот. И наконец, если в океаническом рыболовстве в последние годы происходит снижение количества промысловых судов и предприятий, то в пресноводном рыболовстве наблюдается обратная картина. Так, например, в Калининградской области за период с 1990 по 1995 г. число пользователей рыбных ресурсов увеличилось почти в 5 раз и достигло 37. Вполне понятно, что отсутствие четкой системы сбора и анализа рыбопромысловой статистики по внутренним водоемам обуславливает невозможность ее эффективного использования.

Системный подход к работе с рыбопромысловой статистикой применительно к внутренним водоемам должен включать следующие задачи:

1. Выбор информационных показателей, отработка схемы их структуризации.

2. Анализ существующих, исторически сложившихся потоков информации и выбор эффективного способа сбора первичных данных промысловой статистики.

3. Разработка унифицированной системы анализа рыбопромысловой статистики.

В конечном итоге такая система позволила бы без изменения сложившейся практики сбора информации получить максимальный объем аналитических возможностей и обеспечить оценку состояния рыболовства, запасов эксплуатируемых популяций рыб, эффективность использования продукционных свойств популяций, а также прогнозирование уловов.

Рассмотрим следующую возможную схему структуризации рыбопромысловой информации.

1. Промысел ведется на водоеме, который имеет определенную иерархическую структуру, описанную в кадастре (промысловые районы, участки, станции), и характеризуется специфическими параметрами. Свойства водоема (его морфология и гидрология) обуславливают возможности ведения промысла теми или иными орудиями лова.

2. Промысел организуется конкретными пользователями ресурсов, которые в установленном порядке регистрируются органами рыбоохраны и наделяются соответствующими квотами на вылов определенных видов рыб. Обычно информация о пользователе регистрируется в специальных паспортах, ведущихся инспекциями рыбоохраны.

3. Непосредственно отлов рыбы осуществляется не самими зарегистрированными пользователями, а их структурными подразделениями - судами, бригадами или рыболовецкими звеньями. Эти подразделения могут вести промысел в различных районах водоема, использовать разные технические средства и иметь собственную отчетность о результатах лова.

4. Суды и рыболовецкие бригады применяют на промысле те или иные орудия лова, которые характеризуются типом, шагом ячеи, уловистостью и потенциальными возможностями к достижению определенной величины промыслового усилия. Учет последнего параметра является весьма важным применительно к внутренним водоемам. Например, на водохранилищах достижение высокой величины промыслового усилия тралами ограничивается не их количеством, а зонами, доступными для активного лова. Так, при разработке модели тралового лова на Горьковском водохранилище нами было установлено, что не более 10% площади водоема доступно для тралового лова, хотя возможности рыбодобывающих организаций гораздо выше. Сходная ситуация имеет место на других водохранилищах.

5. Последним уровнем иерархии рассматриваемых параметров рыболовства выступает вид рыбы, на который направлен промысел. Каждый вид рыбы имеет определенные особенности, которые, с одной стороны, определяют его участие в самом промысле, а с другой - зависят от его роли в ихтиофауне водоема. Виды могут быть промысловыми и непромысловыми, ценными и малоценными, охраняемыми и неохраняемыми (некоторые даже занесены в Красную книгу), лимитируемыми и нелимитируемыми. Любой из этих признаков имеет важное значение для контроля за рыболовством. Кроме того, виды могут объединяться в определенные группы, например, осетровые, лососевые, крупный частик, причем во многих водоемах сбор информации по промыслу совершенно неоправданно осуществляется на уровне групп. Часто фигурируют такие



термины: «прочий мелкий частик», «мелочь III группы» и т.п., что существенно снижает качество статистики.

Непосредственно регистрируемыми величинами при сборе рыбопромысловой статистики являются:

- величина выделенного лимита (квоты)  $Q$ ;
- объем вылова конкретного вида рыбы  $Y$ ;
- промысловое усилие, развитое при добыче данного вида.

### **Структурный анализ промысловой статистики**

Сложившиеся традиции в анализе материалов промысловой статистики на внутренних водоемах в подавляющем большинстве случаев были направлены на решение двух задач: 1) квотоконтроля, предназначенного для недопущения превышения вылова над ОДУ; 2) оценки состояния запаса, когда при относительной стабильности промыслового усилия, которая имеет место на внутренних водоемах, величина улова оказывается прямо пропорциональной биомассе эксплуатируемых популяций. В результате пэ динамике вылова можно судить об изменениях в состоянии запаса. Не случайно поэтому во многих водоемах, где отсутствуют достоверные данные о численности и биомассе эксплуатируемых популяций, величина ОДУ устанавливается исходя из достигнутого вылова.

Данные задачи определяли и методы сбора промысловой статистики, когда основное внимание уделялось определению абсолютной величины вылова без учета всего многообразия факторов, обуславливающих этот важнейший из параметров исследуемой экосистемы.

Примем, что применяемый на том или ином водоеме комплекс орудий рыболовства складывался постепенно в процессе обнаружения новых объектов промысла, оценки, зачастую интуитивной, величины запаса и экономической эффективности их лова. Так или иначе, выбор орудий рыболовства определялся наличием соответствующих видов рыб и их численностью. Впоследствии воздействие промысла на одни виды приводило к снижению их запасов и возрастанию роли в ихтиофауне других видов, на которые вновь перенацеливался промысел. Процесс переориентации промысла мог повторяться неоднократно, до тех пор, пока не устанавливалось определенное равновесие между структурой добывающего комплекса и интенсивностью промысла, с одной стороны, и структурой рыбного населения и величиной запаса, с другой. Например, для Куршского залива можно выделить несколько периодов равновесия системы запас-промысел, которые характеризовались совершенно различными структурными особенностями.

В период перед второй мировой войной промысел велся преимущественно мелко-ячейными активными орудиями лова, что привело к формированию корюшко-ершового типа водоема с высокой промысловой продуктивностью. Ввиду использования мелко-ячейных орудий, наряду с мелкими рыбами в уловах, вероятно, присутствовала и молодь ценных видов, вылов которой обеспечивал поддержание запаса последних на стабильно низком уровне. Запуск рыболовства

во время войны привел к восстановлению запасов крупных видов и в последующем способствовал резкой активизации их тралового промысла. Слишком высокая интенсивность последнего привела к быстрому подъему уловов и в последующем к столь же быстрому их сокращению в результате подрыва запаса. Это повлекло за собой изменение структуры добывающей базы (за счет применения соответствующих административных мер) в сторону уменьшения активности. Результатом явилось общее падение величины промыслового усилия, интенсивности воздействия на эксплуатируемые популяции. Переход на использование крупноячейных орудий лова обусловил изменение структуры ихтиофауны и превращение юдоема сначала в сетково-лещевый, а затем в лещево-судачий при одновременном снижении, однако, общей продуктивности.

Аналогичные процессы имели место в других водоемах. Так, введение в 1960 г. новых Правил рыболовства повлекло за собой коренную перестройку сложившегося в послереволюционный период рыбодобывающего комплекса на большинстве внутренних водоемов СССР. Вместо мелкоячейных, активных орудий стали применяться крупноячейные, пассивные, которые способствовали охране ценных крупночастиковых видов. В результате изменился характер воздействия промысла на рыбные ресурсы, структура ихтиофауны и, соответственно, уловов. Итогом таких изменений стало уменьшение общей промысловой продуктивности водоемов при некотором возрастании товарной ценности улова.

Рассмотрим теперь взаимосвязь между структурой комплекса орудий лова и видовым составом и продуктивностью запаса. Адекватной представляется следующая цепочка событий: состав и структура ихтиофауны определяет сложность добывающего комплекса, который, вероятно, должен эволюционировать таким образом, чтобы обеспечить эксплуатацию всех или большинства видов, составляющих запас. При установившемся промысле структура орудий рыболовства должна соответствовать структуре запаса, а видовая структура уловов будет тем в большей степени отражать структуру запаса, чем более разнообразна добывающая база. Можно также предположить, что усложнение добывающего комплекса должно способствовать возрастанию продуктивности водоема. С точки зрения управления системой немаловажным является тот факт, что повышение сложности добывающей базы приведет к усложнению и процедуры контроля. Например, анализируя данные по результатам опытного режима рыболовства на Горьковском и Чебоксарском водохранилищах, нами было показано, что одинаковая величина улова леща может быть достигнута либо использованием 2-3 тысяч крупноячейных сетей, рассредоточенных по различным участкам водоемов, либо тремя тральщиками (на каждое водохранилище) с применением специальных мер регулирования, которые легко поддаются инспектированию.

Имеющиеся в нашем распоряжении материалы промысловой статистики и кадастра орудий рыболовства по трем водоемам Калининградской области позволяют провести количественный анализ адекватности выдвинутых предположений. Исследуемые водоемы Куршский, Вислинский заливы, 26-й

подрайон Балтийского моря - относятся к разным типам и имеют различный состав и структуру ихтиофауны. В Балтийском море наибольшее значение в промысле имеют три вида - шпрот, салака, камбала, обеспечивающие до 95% улова, в Куршском заливе список основных промысловых видов значительно шире (7-10 видов), а в Вислинском заливе доминирующим объектом промысла является салака, заходящая в залив лишь в период нереста и составляющая до 85% улова. Следует отметить, что в обоих заливах количество видов рыб, регистрируемых промысловой статистикой, приблизительно равно, тогда как в Балтийском море оно в шесть раз ниже (5 видов против 31 и 28, соответственно). Эксплуатация запасов в данных водоемах осуществляется комплексом орудий рыболовства, включающим в себя ставные и дрифтерные сети, ловушки, ставные и закидные невода, тралы, крючковые снасти. Учитывая, что данные орудия лова имеют трудно сопоставимые промысловые характеристики, а простое соотношение количества орудий не может дать объективной оценки структуры системы, в расчетах нами был применен специальный подход. Принималось, что участие того или иного типа орудия в формировании структуры добывающего комплекса будет прямо пропорционально доле его вылова в суммарном объеме улова на водоеме. В этом случае, мы получаем возможность оценки основных информационных показателей в едином масштабе, как для видовой структуры уловов, так и для структуры добывающего комплекса.

## **МОНИТОРИНГ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМА**

### **Место мониторинга водных биоресурсов в системе мониторинга окружающей среды и рыбохозяйственного кадастра**

Управление водными биоресурсами рыбохозяйственных водоемов неизбежно предполагает осуществление постоянных наблюдений за их состоянием и принятие решений, обеспечивающих поддержание или изменение запаса в нужном направлении. Во внутренних водоемах этот процесс, методически во многом отличаясь от океанологических исследований, обычно направлен на изучение основных параметров эксплуатируемых популяций рыб, определяющих динамику их численности, продуктивность, а также биологически возможный вылов. В интегрированном виде комплексные исследования и изучение ихтиофауны внутренних водоемов в современной литературе обозначаются рядом терминов. С одной стороны, широко применяется понятие рыбохозяйственного кадастра, в котором, наряду с гидрологическими и геоморфологическими характеристиками, находит отражение информация о сырьевой базе водоемов. В последнем случае более широко применяется понятие «кадастр рыб». С другой стороны, и в особенности в работах экологической направленности, для идентификации долговременных наблюдений за ихтиофауной водоемов находит применение термин «ихтиологический мониторинг». Довольно часто применительно к рыбам понятия кадастра и мониторинга либо смешиваются, либо используются как дополняющие друг друга направления исследований, хотя для других элементов водных экосистем проблема разграничения указанных терминов до настоящего времени не была столь актуальна. Например, принято

говорить о водном мониторинге, подразумевая под этим слежение за значениями гидрологических и гидрохимических параметров, или же говорят о мониторинге гидробиологическом, микробиологическом, который заключается в наблюдении за биологическими элементами экосистем. Наряду с этим, широко используется такое понятие, как водный кадастр, оперирующий уже иными категориями, а именно - морфологическими и типологическими характеристиками водоемов. Высокий уровень сложности информации о водных экосистемах вообще и биологических ресурсов водоемов в частности, а также насущная потребность применения унифицированного понятийного аппарата, согласующегося к тому же с общебиологической концепцией, обуславливает необходимость анализа и конкретизации терминологии применительно к рассматриваемому в настоящем разделе объекту. Начиная с работы М.П.Сомова, выдвинувшего базовые требования к кадастру рыбохозяйственных водоемов, теория кадастра животного мира неоднократно рассматривалась в работах ряда авторов. Многие теоретические положения, выдвинутые ими, нашли отражение в специальных нормативных документах, регулирующих процессы природопользования. В наиболее законченном виде идея кадастра водных биоресурсов была проработана В.В.Ивченко применительно к биоэкономическому кадастру Мирового океана. Основные аспекты, касающиеся кадастра рыб во внутренних водоемах России, были рассмотрены в работах И.Б.Буханевича и Л.А.Эрмана, Г.В.Федоровой, В.И.Кузнецова. Кроме того, методы математической обработки кадастровой информации в целях прогнозирования уловов рыбы во внутренних водоемах были приведены в двух специальных монографиях, разработанных временным творческим коллективом, участником которого был автор настоящей работы.

Исходя из определений, сформулированных в указанных выше работах, под кадастром понимается систематизированное представление информации об изучаемом объекте. Применительно к водным биоресурсам кадастр включает в себя обобщенную и формализованную информацию о биологических параметрах эксплуатируемых популяций рыб с целью оценки их состояния и принятия решений по управлению. Например, в ихтиологический кадастр включаются такие данные, как уловы отдельных видов, общий и промысловый запас, биологические показатели популяций и особей средняя длина, масса, коэффициенты упитанности, коэффициенты естественной и промысловой смертности, урожайность молоди, а также экспертная оценка состояния популяций. Во многих случаях понятие кадастра водных биоресурсов имеет расширенное толкование, и в состав информации включают также данные о морфологии, гидрологических и гидрохимических показателях, экологическом состоянии рыбохозяйственного водоема. Объединение биологических, океанографических и экономических показателей привело к понятию биоэкономического кадастра как информационной основы рациональной эксплуатации биоресурсов гидросферы.

Анализ упомянутой выше литературы позволяет выделить основные черты кадастра, которые могут иметь значение для организации системы наблюдения за

водными биоресурсами. Кратко они могут быть сформулированы следующим образом.

1. Кадастр включает широкий набор параметров, описывающих различные свойства изучаемого объекта и относящихся к различным уровням иерархии системы. Так, в кадастре рыб применяются параметры, характерные для популяций, отдельных особей, экосистем, а также параметры, характеризующие систему запас-промысел. Кроме того, в целях характеристики состояния системы в кадастре используются различные формы представления информации, в том числе и словесные описания.

2. В кадастре водных биоресурсов используются не первичные параметры, наблюдаемые или измеряемые непосредственно, а некоторые производные, причем сама методика получения производных показателей не регламентируется и не формализуется. Понятно, что от применяемого метода будет зависеть и конечный результат. Еще большая неопределенность может иметь место при оценке одного и того же кадастрового параметра не только разными методами, но и на основе различной первичной информации. Например, существует несколько способов определения общей смертности рыб, каждый из которых использует совершенно различные данные. Так, по методу Ф.И.Баранова смертность оценивается по предельному возрасту рыбы в популяции, по Р.Бивертону и С.Холту - на основе средней длины особи; по П.В.Тюрину - по данным о продолжительности жизни и относительному обилию исследуемого вида в ихтиоценозе; по У.Рикеру - с использованием кривой улова или, как это было предложено нами, по кривым уловов в смежные годы. Понятно, что и оценки смертности, получаемые при этом, могут быть весьма различны. Аналогичные примеры могут быть приведены и для большинства других параметров, применяемых в кадастре.

3. Для кадастра характерна относительная статичность, связанная, очевидно, как с большим количеством анализируемых параметров, наблюдение за которыми может иметь различную дискретность, так и вовлечением в анализ производной, но не первичной информации, которая предварительно должна быть интегрирована за некоторый промежуток времени и представлена в требуемом виде. В настоящее время минимальным шагом кадастра является один год.

Таким образом, информация, включаемая в рыбохозяйственный кадастр, является конечным результатом различных направлений исследований, некоторым обобщением. Вследствие этого кадастр в том виде, в котором он существует в настоящее время, может служить информационной основой для решения лишь наиболее общих вопросов оценки состояния сырьевой базы водоемов и выработки стратегических подходов к управлению.

В отличие от кадастра, мониторинг представляет собой целостную систему наблюдения, оценки, анализа и прогнозирования состояния некоторого объекта. Возникшая в начале 70-х годов идея мониторинга окружающей среды, как ответная реакция человечества на ухудшение состояния окружающей среды, была развита и теоретически проработана рядом авторов, среди которых наибольшее значение имеют работы В.Д.Федорова, Ю.А.Израэля и

К.С.Бурдина. К настоящему времени сформировался целый ряд направлений мониторинга, касающийся как различных экосистем, так и объектов и уровней исследования. Так, И.П.Герасимов по назначению выделяет три блока мониторинга - биоэкологический (санитарно-гигиенический), геоэкологический (природно-хозяйственный) и биосферный. Существуют и другие подходы к классификации видов мониторинга, но общим является то, что все они так или иначе предусматривают необходимость выбора некоторых индикаторов (параметров), наблюдение за которыми позволяет оценить состояние и сделать прогноз изменения той или иной системы. На рис. 39 (верхняя часть) показана структура глобального мониторинга окружающей среды и место в нем биологического мониторинга.

В настоящем разделе нас в наибольшей степени будет интересовать вопрос о применении принципов мониторинга окружающей среды для целей организации постоянного контроля за состоянием водных биоресурсов. В связи с этим сформулируем основные черты мониторинга и его отличия от описанной выше кадастровой формы ведения рыбохозяйственных исследований.

1.В мониторинге используется небольшой набор параметров слежения («сигнальных параметров»), за которыми осуществляются регулярные наблюдения. Принцип отбора параметров основывается на выявлении их индикаторных способностей: характере связи между наблюдаемыми переменными и откликами биологических объектов, специфичностью отклика и специфичностью действия того или иного фактора.

2.Имеет место органичное единство методологии наблюдения, анализа результатов измерений, целей и задач на основе, как правило, унифицированного подхода. Во всех случаях в программах мониторинга прослеживается цепочка взаимосвязанных событий: измерение - анализ - описание - моделирование-оптимизация.

3.Мониторинг отличается непрерывностью, массовостью наблюдений по специальной программе и сети станций, которые обеспечивают возможность анализа пространственно-временной динамики «сигнальных» параметров.

4.Активность проведения наблюдений. В мониторинге, как правило, используются результаты специальных измерений параметров среды, в то время, как в кадастровых исследованиях могут использоваться любые источники информации. При этом одной из важнейших задач мониторинга является организация системы наблюдений за параметрами среды.

Не останавливаясь на существующих подходах к классификации мониторинга, который подробно изложен в упомянутых выше работах, нам представляется целесообразным акцентировать внимание на мониторинге, связанном с наблюдением за рыбами, как основного промыслового объекта во внутренних водоемах. Анализ современной литературы показывает, что ихтиологический мониторинг, как правило, имеет целью не столько изучение состояния популяций рыб, сколько оценку экологического состояния водных объектов через различные индикаторы, рассчитываемые по данным наблюдений за рыбами. Такая оценка оказывается возможной на основе

физиологических, биохимических, генетических, ихтиопаразитологических и биоценологических параметров. Так, например, Ю.С.Решетников и О.А.Попова в качестве показателей «слежения» ихтиологического мониторинга выделяют количество видов и экологических форм, численность и биомассу отдельных популяций, популяционные параметры доминирующих или важных промысловых видов (возрастной состав, темп роста, воспроизводство, смертность, характер питания и т.п.), трофическую структура сообщества, основные характеристики первичной продукции и деструкции органического вещества.

В целях определения места мониторинга биоресурсов примем в качестве базовой классификацию биологического мониторинга, разработанную В.Д.Федоровым. Исходя их уровней организации жшой материи, данным автором были выделены несколько видов биологического мониторинга, начиная от низшего субклеточного и заканчивая уровнем биосферы (рис. 39).

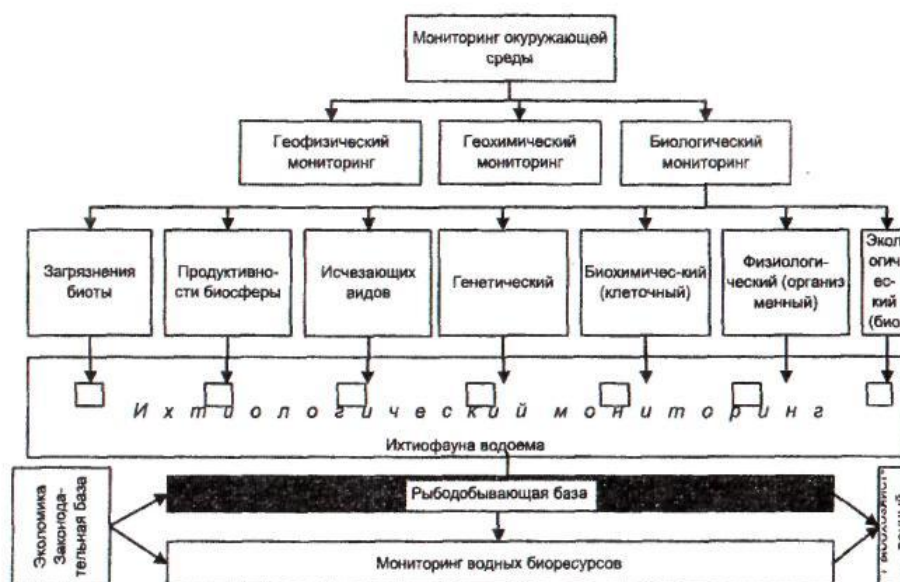


Рис. 39. Интеграция мониторинга водных биоресурсов в структуру глобального мониторинга окружающей среды

Каждому виду мониторинга соответствует определенный набор параметров, соответствующих данному уровню организации живой материи, за которыми осуществляется наблюдение. Так, выделяются мониторинга исчезающих видов, генетический, организменный и биоценологический. Сопоставляя данную структуру биологического мониторинга с мониторингом ихтиологическим, можно заметить, что последний охватывает по сути дела все виды мониторинга, но выделяется из них объектом исследования. Так, и генетический, и физиологический и «экологический» мониторинга могут осуществляться на основе наблюдения за избранными параметрами, характерными для рыб. Но ни один из них в отдельности не является мониторингом водных биоресурсов. Только комплекс

переменных, относящихся к различным уровням биологического мониторинга, может обеспечить контроль за сырьевой базой. Например, типичными рыбохозяйственными характеристиками являются морфометрические показатели рыб, используемые для выявления локальных единиц запаса, индексы упитанности и жирности, отражающие биохимические процессы в организме рыбы и ее физиологическое состояние, и, наконец, численность и биомасса популяций рыб являются параметрами популяционного уровня. В дополнение к этому данные мониторинга сырьевой базы могут отражать биологическое разнообразие, продуктивность и загрязнение экосистем. Важным является следующее: все параметры мониторинга водных биоресурсов, как правило, относятся не ко всей ихтиофауне того или иного водоема, а преимущественно к видам рыб или даже отдельным частям популяций рыб, которые подвергаются либо могут подвергаться эксплуатации. Очевидно, что граница между этими частями определяется не только биологическими свойствами рыб, но также спецификой рыбодобывающей базы и в ряде случаев существующей правовой базой.

Таким образом, наблюдение за водными биологическими ресурсами имеет не только ряд сходных черт с системами ихтиологического мониторинга и кадастра рыб, но и существенные отличия. Рассмотрим особенности мониторинга водных биоресурсов.

1. Специфичность объекта мониторинга. В современном понимании понятие «природного ресурса» обозначает некоторый объект окружающей среды, который соответствует следующим требованиям:

- объект должен быть физически достижим;
- должны существовать оборудование и методы использования ресурса;
- при добыче ресурса должно затрачиваться меньше энергии, чем содержится в нем;
- объект среды становится ресурсом, если его эксплуатация выгодна экономически;

-объект может рассматриваться как ресурс, если его добыча не будет наносить ущерба окружающей среде.

В этом смысле мониторинг водных биологических ресурсов должен охватывать не всю биоту водоема, а только ее часть, соответствующую приведенным выше критериям. Расширенное толкование данного понятия, которое, применяется в некоторых нормативных документах, как «водных животных (рыбы, беспозвоночные, млекопитающие) и водных растений (водоросли и другие растения) рыбохозяйственных водоемов», влечет за собой нивелирование пределов, ограничивающих предмет, и делает практически невозможной организацию реального мониторинга. В данном случае пришлось бы организовать контроль за всеми живыми организмами, начиная от бактерий и кончая водными млекопитающими. Вполне оправданным в связи с этим представляется создание списков организмов, которых на законодательной основе относят к водным биоресурсам.



2. Специфичность параметров слежения. Большинство направлений мониторинга окружающей среды оперируют достаточно простыми параметрами, которые отражают состояние природного объекта. К ним можно отнести гидрохимические показатели, биомассы планктона, бентоса или степень развития высшей водной растительности. Мониторинг водных биоресурсов, как правило, оперирует эмерджентными показателями, которые характеризуют систему «запас-промысел», и в неэксплуатируемых системах не существуют. Например, такими характеристиками могут быть видовой состав уловов, который хотя и отражает реальное соотношение видов в водоеме, но в значительной степени зависит от применяемых типов орудий лова. При стабильном состоянии ихтиоценоза данный параметр будет изменяться в связи с изменением селективности рыболовства. К аналогичным характеристикам могут быть отнесены размерный, возрастной состав, прилов молоди, индексы численности и, наконец, сама величина улова.

Здесь следует обратить внимание на одно обстоятельство. Методы и способы получения информации о состоянии водных биоресурсов базируются на ряде общих принципов, но специфика их реализации в различных водоемах настолько разнообразна, что получаемые в конечном итоге данные оказываются трудно сопоставимыми, имеющими неизвестную степень достоверности. В зависимости от применяемых способов, эти данные отражают лишь те или иные характеристики запасов. Например, наиболее распространенным способом сбора ихтиологической информации являются контрольные обловы. Особенности их проведения таковы, что в морях они осуществляются в процессе траловых съемок на станциях, выбираемых случайным методом; в водохранилищах и ряде крупных озер проводятся траловые и неводные съемки только лишь по акватории, доступной для активного лова; в водоемах с сильно засоренным ложем применяются постановки набора разноячейных сетей. Кроме того, во многих случаях по чисто техническим и экономическим причинам для получения информации вообще не проводятся контрольные обловы, а довольствуются анализом промысловых уловов, различных орудий лова, применяемых на конкретном водоеме. Заметим, что в последнем случае исследователь получает значительные объемы данных, имеющие существенные отличия от стандартных. Понятно, что во всех случаях получаемая информация будет трудно сопоставима. Неоднократные попытки внедрения унифицированных методик исследования имели лишь ограниченный успех и не решали всех проблем получения достоверной информации. В этой связи важной особенностью мониторинга водных биоресурсов является необходимость разработки системы, состоящей, как минимум, из двух уровней:

1) система первичных параметров мониторинга, которые могут наблюдаться и измеряться непосредственно. Методика их оценки может быть сравнительно легко унифицирована и, на наш взгляд, в последующем должна быть жестко регламентирована. Эмпирический анализ данных параметров может служить целям оперативного управления и являться материалом для последующих более сложных оценок.

2) система вторичных параметров, являющихся производными первичных и оцениваемых с помощью набора методов, наиболее адекватных для данного водоема или запаса. Методы оценки их в настоящее время практически разработаны и требуется только их дальнейшее совершенствование. Заметим, кстати, что именно вторичные параметры, являются основой для составления кадастров водных биоресурсов. Такой подход в дальнейшем позволит избежать субъективной интерпретации результатов мониторинга.

3. Мониторингу водных биоресурсов в наибольшей степени характерна пассивность наблюдений. Это связано с тем, что основным источником информации являются промысловые (или контрольные) уловы, которые лишь анализируются по специальной методике.

Заметим, что реализация принципа «пассивных» наблюдений в современных условиях является весьма перспективной не только в связи с меньшим возмущающим воздействием на систему, но также и по экономическим причинам.

4. В отличие от многих природоохранных видов мониторинга, цель мониторинга водных биоресурсов не может быть сведена к простому предотвращению антропогенного воздействия: если запретить промысел, то и сам мониторинг окажется бесполезен. Основное назначение его состоит в информационном обеспечении принятия решения по управлению водными биоресурсами на пути достижения принятого критерия.

Таким образом, мониторинг водных биоресурсов может рассматриваться как часть мультимедийного мониторинга окружающей среды, но имеющий специфические особенности, и наряду с хозяйственной деятельностью (см. рис. 39). Соподчиненность данных видов мониторингов обуславливается использованием единых принципов организации, сходной типологии реализации.

Отметим также, что, на наш взгляд, применяемое в настоящее время широкое толкование термина «мониторинг водных биоресурсов», является не всегда правильным. Так, в это понятие зачастую включают наблюдения за расстановкой флота, промысловыми операциями, выпуском рыбной продукции и т.п. Безусловно, все эти факторы оказывают влияние на биоресурсы, отражают характер их эксплуатации и обеспечивают управление ими. Вместе с тем, как будет показано ниже, набор индикаторов, отражающих состояние запасов, оказывается гораздо более широким и не может быть сведен только к промыслово-экономическим показателям.

В этой связи нам представляется целесообразным применение более широкого понятия «рыбохозяйственный мониторинг» как системы наблюдения за всеми элементами, взаимодействующими в экосистеме рыбохозяйственного водоема - рыбохозяйственной системой. Таким образом, мониторинг водных биоресурсов выступает как часть рыбохозяйственного мониторинга, и предметом его исследования будет только биотическая часть экосистемы рыбохозяйственного водоема. На рис. 40 приведена примерная

структура рыбохозяйственного мониторинга внутренних водоемов, которая подробно будет анализироваться ниже.

Кроме того, нам представляется важным отметить следующее. Рассмотрение мониторинга водных биоресурсов в качестве одного из составных элементов мониторинга окружающей среды позволяет уточнить и расширить многие понятия, применяемые в рыбохозяйственных исследованиях, за счет использования универсальной общеэкологической терминологии, достаточно развитой в различных видах экологического мониторинга.

Первичная информация, собираемая в процессе осуществления мониторинга водных биоресурсов, подвергается обобщению, анализу и формирует те или иные виды показателей, включаемых в состав рыбохозяйственного кадастра. В результате мониторинг может рассматриваться как система наблюдения и анализа, а кадастр - как один из его результатов, призванный решать наиболее общие, в большинстве случаев, стратегические задачи.

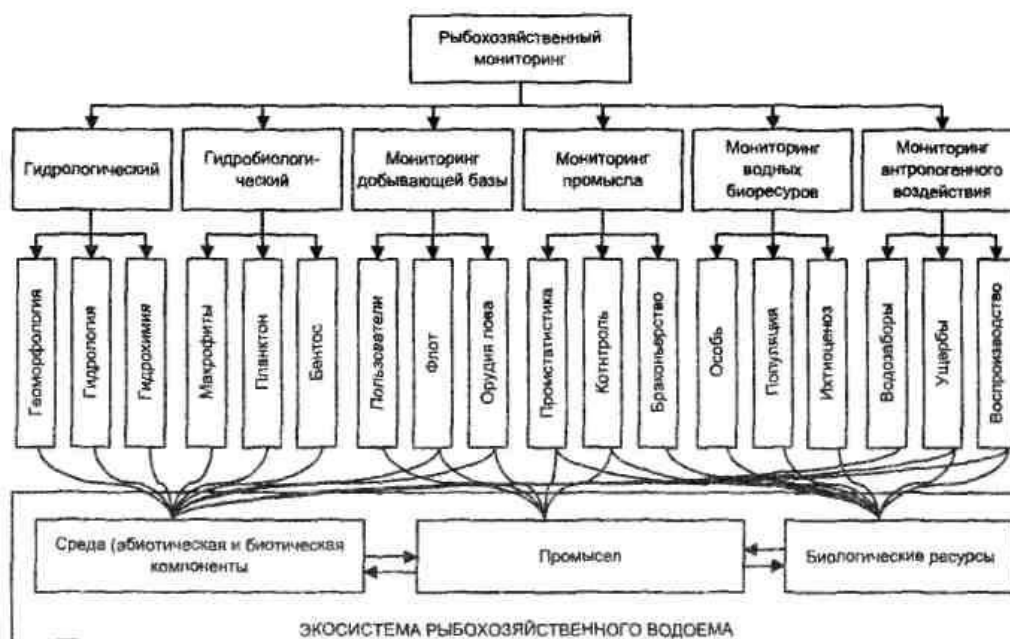


Рис. 40. Принципиальная структура рыбохозяйственного мониторинга

