

В. Н. Мельников, А. В. Мельников

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ПРОМЫШЛЕННОГО РЫБОЛОВСТВА

Промышленное рыболовство объединяет три основные области – лов, промысел и рыболовство, в которых соответственно рассматривают работу одной промысловой единицы, всех промысловых единиц в рассматриваемом промысловом районе и управление запасами рыб [1]. Кроме разработки раздельно теории лова, теории промысла и теории рыболовства, в последние 10–15 лет активно развивается общая теория промышленного рыболовства с объединением проблем лова, промысла и рыболовства [2, 3].

Основой для объединения являются общие цели, многие одинаковые понятия и показатели, некоторые общие методы решения задач, совместные системы управления, математические модели и т. д.

Возможны два разных подхода к разработке общей теории промышленного рыболовства и решение на их основе различных прикладных задач.

Первый из них основан на использовании традиционных понятий, идей и методов теории лова, промысла и рыболовства, второй – на системном кибернетическом подходе к процессам промышленного рыболовства с применением теории управления сложными процессами и системами с биологическими объектами.

Общую теорию промышленного рыболовства с учетом кибернетического подхода можно назвать также общей теорией промысловых и промыслово-экологических кибернетических систем как составных частей экологической кибернетики.

Хотя второй подход имеет очевидные преимущества, традиционный подход с учетом простоты, ограниченного количества необходимых исходных данных и по другим соображениям будет применяться самостоятельно и в сочетании со вторым. Более того, в настоящее время наблюдается постепенное совершенствование традиционного подхода, в том числе с привлечением идей и методов кибернетического подхода.

Основу общей теории промышленного рыболовства на традиционной основе составляют теоретические, полуэмпирические и эмпирические математические модели для отдельных показателей лова промысла и рыболовства, объединенные в необходимых случаях во взаимосвязанную систему уравнений. Уравнения отбирают с учетом совершенствования основных показателей лова, промысла и рыболовства – технических, промысловых, биологических, экологических, экономических и т. д.

Из большого числа моделей, описывающих лов и результаты лова, основополагающими считают биотехнические модели [4–9 и др.].

Одной из исходных биотехнических моделей лова является основное уравнение лова, вытекающее из общего принципа действия всех орудий и способов лова [9]. В соответствии с принципом для получения улова необходимо образовать зону облова и удерживать в этой зоне до конца лова часть рыб, составляющих улов.

Основные уравнения лова увязывают производительность или улов с обловленным пространством, концентрацией рыб в обловленном пространстве и коэффициентом уловистости орудий лова (рыболовной системы). При решении прикладных задач коэффициент уловистости выражают через вероятности ухода рыбы из зоны облова основными путями и показатели селективности орудий лова.

В свою очередь, показатели в основном уравнении лова определяют через показатели поведения, распределения и рецепции объекта лова, основные характеристики способа лова, условий внешней среды в промысловых водоемах. Общие принципы разработки таких уравнений и примеры моделей практически для всех видов лова приведены в наших работах [7, 8 и др.].

Кроме основных уравнений, описывающих лов в целом, при разработке общей теории промышленного рыболовства целесообразно привлекать частные биотехнические модели для характеристики отдельных этапов лова или показатели способа лова во взаимосвязи с биологическими, техническими и другими факторами. Многочисленные примеры таких моделей приведены в наших работах [4–8 и др.].

Основные и частные биотехнические модели непосредственно служат для анализа лова и обоснования основных показателей лова из условия максимальной производительности лова. К ним относятся, прежде всего, габаритные размеры сетных орудий лова и их основных частей, показатели перемещения орудий лова, параметры физических средств интенсификации лова, режима лова, в том числе места и времени лова. Обычно на показатели лова, например на габаритные размеры орудия лова и показатели их перемещения, наложены ограничения с учетом биотехнических предпосылок, механики рыболовных орудий, некоторых показателей качества и надежности рыболовных систем и т. д.

Как и другие модели лова, биотехнические модели лова в дальнейшем используют для анализа и оптимизации промысла и рыболовства, вводя их без изменений или после преобразований в соответствующие модели промысла, рыболовства или в системы уравнений промышленного рыболовства.

Развитием биотехнических моделей служат промыслово-экономические модели, которые увязывают основные промысловые показатели лова и экономические показатели лова – прибыль, себестоимость, уровень рентабельности и т. д. Анализ экономических показателей лова иногда позволяет оценить целесообразность лова вообще, сократить промысловое пространство и время лова, ограничить промысловые показатели лова или конкретизировать их оптимальные значения. Все биотехнические модели для оценки производительности лова и величины улова легко преобразовать в промыслово-экономические модели [10, 11 и др.].

Вторую группу основополагающих моделей лова составляют модели селективности лова [12, 13 и др.]. Они включают группу моделей для оценки селективных свойств орудий лова при различных видах селективности и основные уравнения селективности.

Модели первой группы служат для оценки вероятности удержания рыбы разных видов, размеров, возраста и пола в зоне облова при отцеживании и обьячеивании рыбы сетным полотном, при биомеханической, биофизической, биологической и геометрической селективности.

Основные уравнения селективности отцеживающих и обьячеивающих орудий лова увязывают между собой прилов рыб непромысловых размеров, уход через ячею рыб промысловых размеров, промысловую меру на рыбу, размерный состав облавливаемых скоплений, показатели кривых для характеристики селективных свойств орудий лова. В свою очередь, последние выражают через размер ячеи, технические свойства рыболовных сетематериалов, биометрические характеристики тела рыбы, размерный состав облавливаемых скоплений и т. д.

В совокупности модели селективности лова обеих групп служат для анализа и оптимизации селективности орудий лова и, прежде всего, размера ячеи при отцеживании и обьячеивании рыбы сетным полотном. Кроме того, модели биомеханической и биофизической селективности широко используют для обоснования показателей перемещения, размеров элементов орудий лова, параметров физических средств интенсификации лова.

Производительность и селективность лова тесно связаны между собой, и их взаимосвязь и взаимозависимость иногда рассматривают как самостоятельную проблему [14, 15 и др.]. При этом в основном изучают модели для оценки степени влияния на результаты лова селективности лова при различных условиях лова; соотношения между уловом рыб промысловых и непромысловых размеров; для определения области регулирования лова, промысла и рыболовства только интенсивностью, только селективностью, тем и другим одновременно и т. д.

Результаты управления промышленным рыболовством с учетом рассмотренных взаимосвязей производительности и селективности лова и соответствующие ориентиры управления обычно оказываются существенно иными, чем при раздельном учете.

Следующая группа моделей теории лова для разработки общей теории промышленного рыболовства относится к механике орудий лова. Она увязывает нагрузки, действующие на орудия лова, натяжение их элементов с показателями, характеризующими рабочую форму и рабочие размеры орудий лова с учетом деформаций элементов. Результаты расчетов механики орудий лова служат в основном ограничениями показателей, которые получены из биотехнических предпосылок, а также для оценки прочных размеров сетных и канатных элементов орудий лова.

В самостоятельную группу входят модели, определяющие качество, надежность и работоспособность орудий лова и других технических средств добычи рыбы. Сюда относятся статистические и физические модели надежности орудий лова, в том числе уравнения прочностной надежности орудий лова; уравнения для расчета орудий лова на деформации, долговечность и износ; выражения для определения показателей назначения, технологичности, эргономических, уровня стандартизации и унификации, промыслово-экономических [7 и др.].

Непосредственно при решении задач лова рыбы перечисленные показатели в основном используют для оценки качества и эффективности способов лова, в том числе с учетом влияния этих показателей на производительность лова и величину улова.

С введением этих показателей в выражения производительности лова и величины улова можно также оценить влияние качества технических средств лова на промысел, состояние запасов и их эксплуатацию. С другой стороны, некоторые из этих показателей лова уточняют после решения обобщенных систем уравнений промышленного рыболовства, если такое уточнение приводит к совершенствованию промысла и рыболовства.

Кроме задач регулирования лова, для разработки обобщенной теории промышленного рыболовства, иногда на количественном уровне рассматривают вопросы организации, контроля и прогнозирования лова. К ним относятся, например, экологические вопросы лова, режима работы промысловых единиц, контроля правил рыболовства, прогнозирования уловов по виду и размерному составу отдельных промысловых единиц, совершенствования технических средств лова и т. д. [1, 15 и др.].

При разработке общей теории промышленного рыболовства рассматривают особенности и методы организации, регулирования, контроля и прогнозирования промысла. При этом учитывают, прежде всего, проблемы выбора районов, сезонов, объектов и способов лова, режим работы промыслового флота, распределение допустимого улова для отдельных объектов лова, особенности работы группы промысловых единиц, координацию работы добывающих, обрабатывающих и транспортных судов, экологических и экономических задач промысла [1, 15 и др.].

Для анализа и совершенствования промысла, прежде всего, необходимо знать осредненную производительность лова и величину улова группы промысловых единиц в одном промысловом районе или в нескольких рассматриваемых промысловых районах [1, 15 и др.]. При этом, в зависимости от особенностей решаемой задачи, в рамках обобщенной теории промышленного рыболовства используют несколько видов уравнений:

- простейшие уравнения с выражением коэффициента уловистости в виде произведения коэффициента уловистости при условно неселективном лове и коэффициента, учитывающего селективность орудий лова и промысла;
- простейшие уравнения с выражением коэффициента уловистости через вероятности ухода рыбы из зоны облова различными путями;
- развернутые уравнения, в которые входят показатели объекта лова, условий лова и технических средств лова;

С применением таких уравнений можно решать на детерминированном уровне два основных вида задач:

- определять результирующие показатели промысла при заданном распределении объекта лова и промысловых единиц;
- определять наилучшее распределение промысловых единиц при заданных детерминированных условиях промысла с учетом заданных критериев оптимальности.

При работе разнородных промысловых единиц и известных неодинаковых условиях промысла задачу часто решают с применением стандартизированных промысловых единиц [1, 15 и др.].

Подобные же задачи можно решать в условиях стохастической неопределенности с применением вероятностных методов, а в условиях нестохастической неопределенности, например, с применением теории игр.

Математические модели селективности промысла описывают размерную, видовую и половую селективность промысла с учетом распределения объекта лова и промысла в пространстве и времени. Такие модели, объединенные с основными уравнениями селективности лова, характеризуют селективность рыболовства как интегральный показатель избирательного действия рыболовства.

Из проблем контроля и прогнозирования промысла рассматривают, прежде всего, результаты контроля выполнения правил рыболовства группой промысловых единиц в отношении запретных районов и сроков промысла, объектов лова, промыслового усилия, квот вылова, прогнозирования промысла в отношении новых районов промысла и совершенствования показателей промысла в известных районах.

Часть задач контроля и прогнозирования промысла решают с применением количественных зависимостей, которые характеризуют промысел. Соответствующие модели управления промыслом, помимо основного назначения, самостоятельно или в обобщенной системе уравне-

ний промышленного рыболовства можно использовать для оценки влияния управления совокупностью промысловых единиц на оптимальные показатели технических средств лова и режима их работы, оценки запасов, оптимизации управления интенсивностью, селективностью и другими показателями рыболовства.

Рассмотрим особенности разработки и применения для этой цели модели планирования расстановки промыслового флота по промысловым районам.

В исходной модели целевая функция соответствует максимальной добыче рыбы промысловым флотом с учетом различных ограничений, выраженных системой неравенств. В целевой функции и в неравенствах в общем случае рассматривают несколько рыбохозяйственных организаций, занятых промыслом, типов судов, районов промысла, объектов лова, вариантов работы судна.

Соответственно с учетом этих показателей целевая функция в виде линейной модели содержит общую норму вылова a_{ik}^{st} за сутки промысла и расчетное количество суток X_{ik}^{st} на промысле в течение года для различных рыбохозяйственных организаций s , типов судов i , видов объектов лова j , вариантов работы судов t и районов промысла k . Тогда целевая функция как общая добыча рыбы

$$Q = \sum_i \sum_k \sum_s \sum_t a_{ik}^{st} X_{ik}^{st} - \max. \quad (1)$$

Задача упрощается, если рассматривать одну рыбохозяйственную организацию, один тип судна, вид объектов лова, вариант работы судов или один район промысла.

Система основных ограничений в виде неравенств, подобных (1), содержит ограничения:

- по прогнозам возможных годовых уловов;
- по использованию промыслового флота;
- на сезонность промысла;
- квот на вылов отдельных видов рыб;
- квот на вылов рыбы отдельными типами промысловых судов;
- по использованию судов в отдельных районах промысла.

Для каждой группы из шести видов ограничений составляют системы неравенств, каждое из которых содержит различное количество неравенств и столбцов. Общее количество неравенств может достигать 500–1000, а количество слагаемых в неравенстве – 30–40.

Кроме основных ограничений, возможны дополнительные ограничения в виде неравенств, связанные с переработкой рыбного сырья в целом или по отдельным видам сырья, с добычей на одно среднесписочное судно определенной рыбохозяйственной организации и т. д. Количество таких дополнительных ограничений может достигать 20–30.

В модифицированной модели целевая функция соответствует максимуму прибыли или минимальной себестоимости добываемой рыбы.

При оптимизации расстановки промысловых единиц используют ряд массивов, справочников, нормативных документов и т. д., а результаты расчетов непосредственно применяют для планирования работы флота. С этой целью разрабатывают комплекс программ для проведения этих работ. Число таких программ может достигать 50, которые распределены по различным разделам программ. Такие разделы включают программы для ввода информации в ЭВМ, решения задач линейного программирования, представление результатов решения задачи.

Наибольшее значение общая теория промышленного рыболовства имеет в связи с оценкой запасов и управлением запасами промысловых рыб или рыболовством.

Из моделей теории рыболовства для разработки общей теории промышленного рыболовства наибольший интерес представляют:

- аналитические модели Баранова – Бивертонна – Холта и их модификации;
- конечно-разностные уравнения для оценки запасов и возможного улова при постоянном и переменном пополнении;
- производственные модели, в которых улов на промысловое усилие определяют в функции промыслового усилия;
- уравнения для оценки запаса и управления запасами на основе данных промысловой статистики;

- процедуры расчетов методами виртуальной популяции, когортного анализа;
- математические модели селективности рыболовства и взаимосвязи интенсивности и селективности рыболовства;
- уравнения связи запаса с пополнением, ростом, промысловой и естественной смертностью, селективностью рыболовства;
- методы предосторожного подхода;
- вероятностные методы теории рыболовства и т. д.

В теории рыболовства перечисленные модели и методы служат в основном для оценки запасов и допустимого улова. В общей теории промышленного рыболовства их можно использовать также как ограничения при выборе основных показателей способов лова и промысла [13–15 и др.].

Возможно несколько вариантов применения математических моделей теории лова, теории промысла и теории рыболовства как моделей различного иерархического уровня для разработки общей теории промышленного рыболовства:

- 1) образование из известных уравнений систем уравнений для получения результатов, имеющих отношение одновременно к лову, промыслу и рыболовству;
- 2) применение известных математических моделей по иному назначению для решения задач иного уровня;
- 3) корректировка известных математических моделей, чтобы использовать модифицированные уравнения для решения задач других уровней;
- 4) дополнение известных математических моделей или систем уравнений критериями (функциями) оптимальности и ограничениями;
- 5) разработка новых математических моделей и систем уравнений для решения специфических задач общей теории промышленного рыболовства.

Системный кибернетический подход к разработке общей теории промышленного рыболовства основан на представлении, что в процессах лова, промысла и управления запасами промысловых рыб можно выделить большое число сложных (с объектом лова) кибернетических систем с многоуровневой структурой [3, 5, 15–20 и др.].

При анализе или синтезе таких систем используют идеи и методы теории оптимального управления, системного анализа, теории операций, математического моделирования, теории информации и т. д. Например, рассматривая процесс лова рыбы, выделяют системы управления объектом лова, орудием лова, другими техническими средствами добычи рыбы, лова в целом. При управлении запасами промысловых рыб и рыболовством рассматривают системы, элементами которых являются популяции промысловых рыб, технические и другие средства воздействия на популяции, поле управления. В свою очередь, популяции состоят из особей разных видов, размера, возраста, пола с протекающими в них процессами пополнения, роста, развития, естественной и промысловой смертности. В каждом из перечисленных процессов можно выделить процессы более низкого уровня.

Обобщая системы процессов лова, промысла и рыболовства, можно составить обобщенную многоуровневую систему как предмет изучения общей теории рыболовства.

При разработке общей теории промышленного рыболовства на кибернетических принципах особенно необходимо знать и использовать [3, 15, 18 и др.]:

- требования к системному подходу и преимуществу системного подхода при анализе и синтезе систем;
- виды и свойства систем управления промысловыми и промыслово-экологическими процессами в области лова, промысла и рыболовства;
- виды и особенности методов, математических и других моделей для описания процессов промышленного рыболовства;
- требования к математическому описанию процессов и систем промышленного рыболовства.

При разработке общей теории промышленного рыболовства на кибернетической основе стремятся к построению полной математической модели обобщенной системы. В нее должны входить описание каждой из систем, уравнения связи между ними, критерии оптимальности и ограничения на лов рыбы, промысел, запасы и использование запасов. Основные этапы построения модели:

- анализ биологических, физических биотехнических и технических особенностей процессов в отдельных системах, выделение основных «элементарных» процессов в этих системах;
- выбор основных параметров (переменных) процессов в системах с разделением их на управляемые переменные, управляющие воздействия и возмущающие воздействия;
- выбор вида математических моделей процессов и способов их разработки – детерминированных, статистических, теоретических, полуэмпирических, эмпирических и т. д.;
- разработка моделирующих алгоритмов для установления последовательности операций, которые выполняют над математическими описаниями отдельных процессов для определения выходных переменных при заданных значениях входных переменных;
- проверка адекватности моделей реальным процессам;
- объединение описания отдельных процессов в модели обобщенной системы;
- использование моделей обобщенной системы для анализа или оптимизации управления процессами лова, промысла и запасами промысловых объектов.

Особенности реализации отдельных этапов построения кибернетических моделей применительно к различным рыбохозяйственным и экологическим задачам рассмотрены в [3, 5, 15–20 и др.]. Эти особенности в полной мере характерны для построения моделей общей теории промышленного рыболовства.

Наиболее важной целью разработки общей теории промышленного рыболовства является совершенствование процессов промышленного рыболовства с учетом взаимосвязи лова, промысла и управления запасами промысловых объектов с тем, чтобы обеспечить наилучшие показатели качества общей системы промышленного рыболовства. Критериями оптимальности при решении общих и частных задач оптимизации служат обычно сочетания нескольких показателей. К ним относятся, в частности, улов и его состав, улов на единицу усилия или пополнения, прилов рыб непромысловых размеров, уход через ячею рыб промысловых размеров, параметры орудий и способов лова рыбы и т. д. При учете нескольких критериев оптимальности оптимизация обычно становится неоднозначной.

Задачи оптимизации решают, вводя различные ограничения (например, на величину промыслового стада, пополнения, общего улова, улова по водам и размерам), на некоторые показатели способа лова или промысла и т. д.

При разработке общей теории промышленного рыболовства учитывают, что она является частью рыбохозяйственной науки. Если применить системный кибернетический подход ко всем рыбохозяйственным задачам, то обобщенную теорию промышленного рыболовства можно рассматривать как часть рыбохозяйственной кибернетики, в которой на основе единых для кибернетики идей и методов изучают рыбохозяйственные системы, относящиеся к промышленному рыболовству.

Применение системного кибернетического подхода к обобщенному описанию промышленного рыболовства, естественно, не означает отказа от известных традиционных решений. Например, при разработке общей теории промышленного рыболовства широко применяются многочисленные модификации уравнений Баранова – Бивертон – Холта, которые во взаимодействии требуют описания «элементарных» процессов роста, естественной и промысловой смертности, селективности лова и промысла. Однако довольно часто эти традиционные решения следует представлять в иной форме, учитывающей основные принципы решения кибернетических задач.

Совместное применение традиционных идей, методов и математических моделей теории лова, теории промысла и теории рыболовства, разработка общей теории промышленного рыболовства на кибернетической основе позволяют:

- уточнить основные понятия теории лова, теории промысла и теории рыболовства, такие, как промысловая смертность, промысловое усилие, интенсивность лова и вылова, показатели уловистости и улавливаемости и т. д.;
- развивать новые идеи, вводить новые понятия, методы и математические модели, объединяющие теорию лова, теорию промысла и теорию рыболовства;
- способствовать уточнению методов оценки запасов, величины допустимого улова и его состава с учетом особенностей не только рыболовства, но и промысла и способов лова;
- оценивать особенности влияния способов лова и промысла, в том числе их селективности, на состояние запасов, интенсивность вылова, величину допустимого улова и его состава;

- устанавливать влияние особенностей поведения, распределения, рецепции и ориентации объекта лова на интенсивность вылова, промысловую смертность, селективность рыболовства, структуру уловов и промыслового стада рыб;
- более обоснованно подходить к разработке правил рыболовства, конвенционных соглашений в отношении интенсивности и селективности рыболовства, места и времени лова;
- разрабатывать методы более оперативного, чем в настоящее время, регулирования интенсивности и селективности рыболовства;
- уточнять требования к составу и качеству улова как с учетом особенностей лова и промысла, так и с учетом состояния запасов промысловых объектов;
- теснее увязывать между собой селективность орудий лова и промысла, учитывающую распределение промысла и объектов лова в пространстве и времени;
- обосновывать показатели способов лова с учетом не только эффективности лова, но и состояния запасов промысловых объектов, их рационального использования и т. д.;
- увязывать состояние запасов промысловых рыб, величины допустимого улова и его состава с управлением промыслом, эффективностью работы промысловой разведки;
- более эффективно решать задачи управления промыслом в связи с особенностями способов лова и состояния запасов промысловых объектов и т. д.

Рассмотренные выше особенности разработки общей теории промышленного рыболовства на основе традиционного и кибернетического подхода служат основой для анализа и оптимизации промышленного рыболовства. Однако в связи со сложностью решения задач, выработки почти всегда нескольких вариантов решения, как правило, большой ответственностью при использовании полученных результатов на практике, требуется применение специальных методов принятия решений [15, 18 и др.].

Проблема принятия решений при управлении сложными процессами и системами связана с выбором варианта действий для достижения целей управления. В общем случае выбирают несколько вариантов действий из множества возможных. В частном случае выбирают конкретный вариант действий. Выбор осуществляет лицо, принимающее решение (ЛПР), которое наделено определенными правами и полномочиями. Это же лицо несет ответственность за последствия принимаемых решений.

Чтобы выбрать решение, проблему, стоящую перед ЛПР, представляют в виде одной или нескольких задач проблемной ситуации.

Чтобы охватить проблему выработки решения, представить ее основные составляющие для получения окончательного решения полезно разработать математическую модель проблемной ситуации. Эта модель должна отображать взаимосвязи основных элементов процесса выработки решения и последовательность формирования частных стратегий.

Не останавливаясь на подробном описании модели проблемной ситуации, отметим, что она является системой, которая включает в себя:

- описание множества стратегий ЛПР;
- множество значений определенных и неопределенных факторов;
- множество исходов операции;
- вектор признаков исхода операции;
- модель, характеризующую соответствие множеству стратегий и влияющих факторов множество результатов операции;
- показатели эффективности операции;
- критерии эффективности операции;
- модель предпочтений на элементах множества перечисленных выше показателей;
- другую информацию о проблемной ситуации.

В результате исследования модели ЛПР должно либо сделать вывод о степени достижения цели, либо выбрать лучшую стратегию из множества стратегий, либо предложить коррекцию элементов модели проблемной ситуации.

Очевидно, разработка такой модели требует очень большого объема информации и не всегда возможна. Часто необходимо ограничиваться количественной оценкой перечисленных показателей и их взаимосвязей.

Задачи принятия решений классифицируют в основном в зависимости:

- от числа и квалификации лиц, принимающих решение;
- вида показателя эффективности;
- степени определенности информации о проблемной ситуации;
- от колебаний элементов модели проблемной ситуации от времени.

По числу лиц, ответственных за операцию, рассматривают задачи индивидуального и группового принятия решений. При групповом принятии решений имеет значение согласование индивидуальных предпочтений членов группы.

В зависимости от вида используемого показателя эффективности, прежде всего, различают задачи со скалярным и векторным показателем эффективности. Многие задачи принятия решений по векторному показателю и (или) задачи в условиях неопределенности формально сводятся к задаче принятия решений по скалярному показателю или их разбивают на несколько задач.

По степени определенности информации о проблемной ситуации различают задачи принятия решения в условиях определенности, стохастической неопределенности и нестохастической неопределенности.

Задачи принятия решений в условиях определенности (детерминированные задачи) характеризуются полной и достоверной информацией о проблемной ситуации, целях, ограничениях и последствиях принимаемых решений. В этих задачах относительно каждой стратегии заранее, до проведения операции, известно, к какому конкретному результату она приведет.

Задачи в условиях неопределенности подразделяются, в свою очередь, на задачи стохастической и нестохастической неопределенности, а последние – на задачи природной и поведенческой неопределенности. При этом природная неопределенность связана с особенностями условий внешней среды и биологического объекта, а поведенческая – с особенностями лиц, отвечающих за создание и эксплуатацию системы. В условиях неопределенности исход операции, кроме управляющей стороны, зависит от неопределенных факторов, не известных в момент принятия решений. В результате влияния неопределенных факторов процесс выработки решений существенно усложняется.

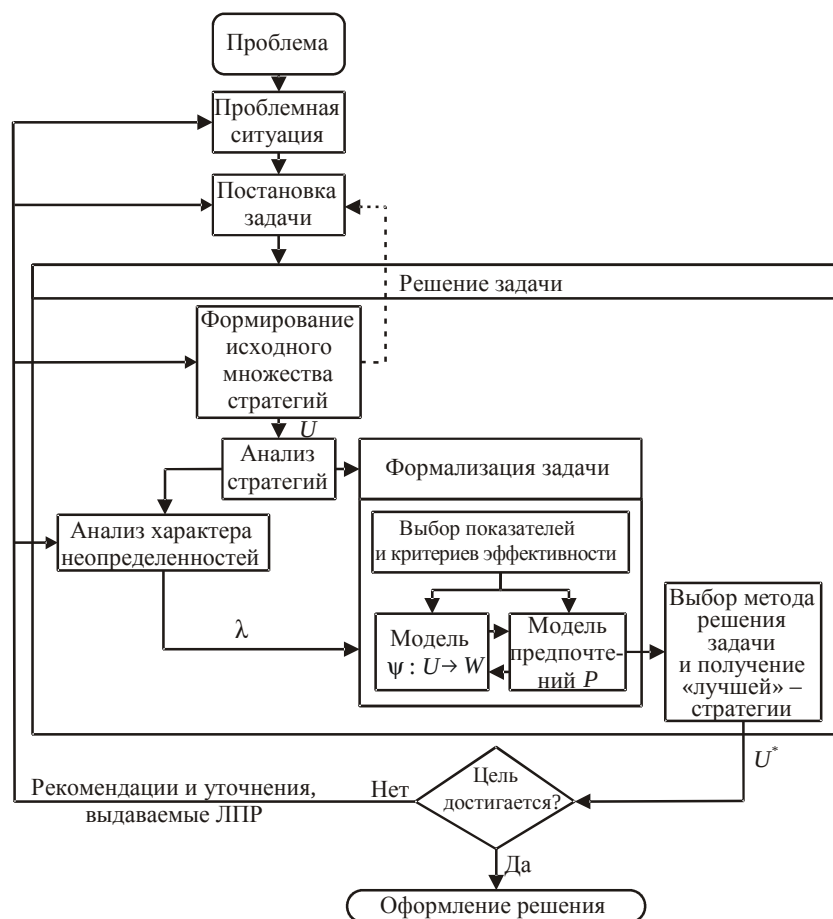
По зависимости элементов модели проблемной ситуации от времени различают статические и динамические задачи, при этом последние значительно сложнее первых. В практике исследований систем промышленного рыболовства часто задачи принятия решения в условиях неопределенности считают задачами детерминированными, а задачи динамические – задачами статическими.

Классификация задач принятия решений при управлении промышленным рыболовством по перечисленным признакам приводит к различным комбинациям типов задач.

Процесс выработки и принятия решений включает в себя ряд последовательных этапов, связанных единой целью (рис.).

Выработку решения начинают с анализа проблемы и проблемной ситуации. На этих этапах производят структуризацию проблемы, устанавливают цели операции, проводят их декомпозицию на подцели и задачи, формируют общие условия проведения операции. Этот этап связан также со структуризацией исходной информации для оценки исходных данных, которые используют при формировании модели операций.

Выводы из исследований эффективности управления должны базироваться на количественных оценках. Это требует самого широкого привлечения для подобных исследований методов математического моделирования как основного средства для выработки и последующего принятия решений.



Общая схема процесса принятия решений при исследовании операций лова, промысла и рыболовства: ψ – оператор перехода; U – множество стратегий; W – показатель эффективности; λ – неопределенные факторы

В результате анализа проблемы и проблемной ситуации формулируется постановка задачи, т. е. цель конкретизируют по срокам ее достижения, устанавливают целевые и другие ограничения, фиксируют комплекс условий управления процессом.

Это позволяет перейти к решению задачи, состоящей из последовательности задач принятия решений

В общем случае принятие решений является результатом анализа проблемной ситуации, при которой могут быть получены различные постановки частных задач принятия решений. Эти задачи включают в себя следующие этапы.

1. Структуризация исходной информации о проблеме с учетом предпочтений ЛПР, возможного исхода управления операциями, существенных характеристик исходной информации, возможных способов (стратегий) достижения целей операций, множества условий проведения операций, возможных гипотез о рациональном поведении системы управления. Структуризация исходной информации служит для определения в дальнейшем критерия эффективности.

Задачи структуризации решают только эвристическими методами.

2. Анализ характера неопределенностей с учетом известной информации о цели управления, типе и характеристиках множества неопределенных факторов.

Решение этой задачи требует привлечения и анализа информации, которую получают на основе аналогий, опыта, экспериментальных и статистических данных, результатов экспертиз и т. д.

Для решения задачи можно использовать формальные и неформальные (эвристические) методы. Это позволяет получать информацию о природе неопределенных факторов, диапазонах их изменения, об априорном распределении вероятностей на этих диапазонах и т. д.

К важнейшим задачам по раскрытию неопределенностей относятся задачи математической статистики о параметрическом и непараметрическом оценивании, идентификации, прогнозировании. Решение этих задач возможно различными методами.

3. Формирование исходного множества стратегий.

Множество стратегий, с одной стороны, должно быть достаточно широким, что обеспечивает свободу выбора. С другой стороны, оно должно быть сравнительно узким, чтобы провести их анализ в приемлемое время и при ограниченных материальных ресурсах.

Многие задачи формирования множества стратегий явно не заданы и эвристически формируются разработчиками систем управления.

Этап формирования множества стратегий тесно увязан не только с последующими этапами общей задачи получения и анализа результатов, но и с первым этапом – постановкой задачи. Так, если нет ни одной стратегии достижения цели, то необходимо вернуться к анализу проблемы и постановки задачи. При этом в конечном итоге может потребоваться корректировка задачи – расширение и изменение.

4. Задача моделирования исходов.

Подобная задача обычно решается с использованием одной или нескольких моделей разного уровня. Так, если в промыслово-экологических системах показателем эффективности является общий допустимый улов, то полезно рассматривать, например, модели для оценки запаса, интенсивности лова и вылова, селективности лова и промысла и. т. д. Такой подход структурирует процесс моделирования управления запасами в целом, облегчает оценку эффективности рыболовства, позволяет выявить наиболее значимые факторы, определяющие эффективность рыболовства.

5. Моделирование цели управления.

Чтобы исследования эффективности процессов были содержательными, необходимо четко сформулировать цель управления в виде некоторых количественных показателей и критериев эффективности. Они образуют модель цели управления. Например, целью управления рыболовством может быть показатель эффективности в виде общего допустимого улова и критерий эффективности в виде наибольшего гарантированного результата.

Цель регулирования влияет на вид операции и на принцип выбора показателей и критериев эффективности.

Функцию, которая определена на множестве стратегий и характеризует степень достижения цели регулирования, можно считать показателем эффективности при соблюдении ряда условий:

- а) показатель должен соответствовать цели операции и предложениям лица, ответственного за управление. По значению показателя эффективности процесса необходимо представлять, в какой степени может быть достигнута цель;
- б) показатель эффективности и его составляющие должны быть понятны лицам, ответственным за операцию;
- в) показатели эффективности должны быть легко измеряемы.

Если эффективность операции управления не удастся описать единственным показателем, то выбирают несколько частных показателей эффективности, образующих векторный показатель. К такому показателю эффективности, как правило, предъявляют дополнительные требования.

Первое требование – минимальное число используемых частных показателей, т. к. человек может легко оперировать не более чем с двумя-тремя показателями без использования машинных методов обработки. В зависимости от степени подготовки лиц, принимающих решение, верхняя граница размерности векторного показателя лежит в диапазоне от 5 до 9. Обычно при исследовании эффективности управления сложными процессами в этот диапазон укладываются при увеличении времени на анализ полученных результатов.

Второе требование – полнота векторного показателя эффективности. Он должен содержать столько частных показателей, сколько необходимо для учета всех признаков результата операции.

Многие требования, которым должны удовлетворять показатели эффективности управления, являются в достаточной степени противоречивыми, т. к. обычно нельзя удовлетворить все требования сразу.

Известны основные концепции принятия решений – пригодности, оптимизации, адаптивизации. На основании этих критериев формируют основные типы критериев эффективности управления, которые используют при принятии решений.

Управление рассматриваемыми процессами обычно проводится в условиях существенной неопределенности. В таких условиях в качестве критериев часто используют либо критерии пригодности (например, критерий гарантированного результата), либо критерии оптимальности (например, критерий наибольшего гарантированного результата).

Использование этих двух подходов при выборе критерия эффективности не всегда оправдано, т. к. гарантированные уровни операции управления рассматриваемыми процессами часто оказываются низкими и не несут информации о рациональности действий.

В случае концепции адаптивизации используется не только априорная информация, но и текущая информация о динамике процесса и прогнозная информация. Следовательно, при использовании этой концепции не просто выбирают лучший вариант, как при использовании концепции оптимальности, а постепенно приближаются к лучшему варианту с возможным изменением во времени показателей и критериев эффективности.

При решении всех изложенных выше задач выбирают объекты и решения, подлежащие дальнейшему рассмотрению из числа имеющихся. При таком выборе ЛПР руководствуется своей системой предпочтений. Система предпочтений может быть выявлена и измерена при контрольном предъявлении ответственному лицу объектов из представленной совокупности. Выявленная и измеренная система предпочтений называется моделью предпочтений.

Известны специальные методы моделирования предпочтений, использующие формальные и неформальные процедуры. Построение модели предпочтений производится на основе специальной дополнительной информации от ЛПР.

Получение значений показателя эффективности и построение модели предпочтений позволяют выбрать наиболее эффективный метод решения задачи и получить множество «лучших» стратегий, из которых в дальнейшем ЛПР должно выделить одну – наилучшую стратегию.

Если цель операции не достигнута, то возвращаются к анализу проблемной ситуации или к другому предшествующему этапу. Введение обратной связи позволяет не только наилучшим образом распределить имеющиеся ресурсы в рамках выбранной концепции, но и формировать новые концепции.

При достижении желаемого результата этап выработки решения на рассматриваемом системном уровне прекращают и переходят к следующему уровню управления.

Вместе с тем выработка решений на этом не заканчивается. Остаются вопросы, связанные с проведением в жизнь принятого решения на этапах практической реализации принятых решений. На всех этапах осуществляется контроль работ и корректировка принятых решений.

Заключение

Уточненные особенности разработки общей теории промышленного рыболовства на основе традиционных и кибернетических представлений об управлении ловом, промыслом и рыболовством позволяют более обоснованно подходить к эффективному и рациональному использованию биологических ресурсов водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников В. Н., Мельников А. В. Уточнение некоторых понятий и показателей теории лова и теории рыболовства // Сб. науч. тр. ВНИРО. – 1998. – С. 5–18.
2. Мельников В. Н., Мельников В. А. // Труды Астрыбвтуза. – 1990. – С. 15–19.
3. Мельников В. Н. Об общей теории промышленного рыболовства // Сб. науч. тр. ВНИРО. – 1993. – С. 4–11.
4. Мельников В. Н. Биофизические основы промышленного рыболовства. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 392 с.
5. Мельников В. Н. Основы управления объектом лова. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 358 с.
6. Мельников В. Н. Биотехническое обоснование показателей орудий и способов промышленного рыболовства. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 375 с.
7. Мельников В. Н. Качество, надежность и работоспособность орудий промышленного рыболовства. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. – 264 с.
8. Мельников В. Н. Биотехнические основы промышленного рыболовства. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – 216 с.
9. Мельников В. Н. Устройство орудий лова и технология добычи рыбы. – М.: Агропромиздат, 1991. – 384 с.
10. Мельников А. В. Экономические проблемы селективности рыболовства // Вестн. Астрахан. техн. ин-та рыбной пром-сти и хоз-ва. – 1993. – № 1. – С. 41–43.

11. Мельников А. В., Мельников В. Н., Овчинников С. А. Экономические показатели промышленного рыболовства // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. – 2008. – № 3 (44). – Рыбное хозяйство. – С. 86–89.
12. Мельников А. В. Расчетно-экспериментальные методы исследования селективных свойств и обоснования размера ячеи концентрирующих орудий лова // Сб. трудов ВНИРО. – 1983. – С. 48–55.
13. Мельников А. В., Мельников В. Н. Селективность рыболовства. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2005. – 376 с.
14. Мельников А. В. О связи интенсивности и селективности рыболовства // Рыбное хозяйство. – 1996. – № 4. – С. 47–50.
15. Мельников А. В., Мельников В. Н. Управление запасами промысловых рыб и охрана природы. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. – 544 с.
16. Мельников В. Н. О биотехническом (кибернетическом) направлении промышленного рыболовства // Рыбное хозяйство. – 1976. – № 9. – С. 50–53.
17. Мельников А. В. Оптимизация регулирования рыболовства как кибернетическая проблема. – Астрахань, Астрыбвтуз. – Деп. в ЦНИИТЭИРХ. – 1988, рх-936. – 42 с.
18. Мельников В. Н., Мельников А. В. Рыбохозяйственная кибернетика. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 1998. – 310 с.
19. Мельников А. В. Некоторые вопросы контроля и регулирования рыболовства // Сб. науч. тр. ВНИРО. – 1988. – С. 157–169.
20. Мельников А. В. Некоторые проблемы регулирования рыболовства // Сб. науч. тр. ВНИРО. – 1993. – С. 11–24.

Статья поступила в редакцию 20.01.2010

PERFECTION OF THE GENERAL THEORY OF INDUSTRIAL FISHERY

V. N. Melnikov, A. V. Melnikov

The features of the development of general theory of industrial fishery on the basis of traditional and cybernetic representations about management of a catching, fishing and fishery are specified. The derived results allow more seriously approaching to effective and rational use of biological resources of reservoirs at the contemporary scientific level.

Key words: industrial fishery, general theory, perfection.