

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В СИТУАЦИОННОМ ЦЕНТРЕ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Е.Б. Овчаров, К.Л. Косвинцев, Е. В. Нилова
ЗАО «ПРОГНОЗ», Пермь*

Представлен практический опыт реализации и применения имитационных моделей в отраслевом ситуационном центре Федерального агентства по рыболовству.

В настоящее время в России наблюдается стабильный интерес к задачам построения ситуационных центров (далее – СЦ) со стороны органов власти, крупных предприятий и организаций. Этот интерес обусловлен высоким потенциалом СЦ как инструмента, обеспечивающего интеграцию и эффективное использование организационного потенциала и информационно-аналитических ресурсов при решении задач управления сложными системами (отраслями экономики, регионами, крупными предприятиями и др.).

Задачи, решаемые СЦ, можно условно разделить на три группы [1]: информационно-аналитическое обеспечение, прогнозирование развития ситуаций и обеспечение коллективной подготовки решений.

Несмотря на значительное число функционирующих в России СЦ (более 30), в открытом доступе крайне скупо представлена информация о практическом опыте построения успешных СЦ, решающих задачи моделирования и прогнозирования ситуации.

Недостаток информации об «успешных практиках» затрудняет создание СЦ, предоставляющих эффективные инструменты прогнозирования развития ситуаций.

Классификация и структура ситуационных центров

В наиболее полном определении СЦ – совокупность программно-технических средств, научно-математических методов и инженерных решений для автоматизации процессов отображения, моделирования, анализа ситуаций и управления [2].

© Овчаров Е.Б., Косвинцев К.Л., Нилова Е.В., 2011

Наиболее часто СЦ классифицируют по следующим основаниям:

- составу систем ситуационного моделирования: СЦ наблюдения / аналитические СЦ / полнофункциональные СЦ;
- масштабу решаемых задач: стратегические / оперативные / персональные;
- размещению: стационарные / мобильные / виртуальные;
- назначению: контроль / управление / обучение / кризисные СЦ / многоцелевые;
- способу представления информации: коллективные / индивидуальные / комбинированные;
- степени универсальности: специализированные СЦ / настраиваемые СЦ;
- другим признакам (уровень защиты, предметная область и др.).

В наиболее общем случае для успешного функционирования СЦ необходимы следующие компоненты:

- инженерно-технический комплекс – аппаратное обеспечение функционирования СЦ (вычислительные комплексы, оргтехника, средства связи, средства визуализации и т.п.) и комплекс решений по их размещению (помещения и их инфраструктура);
- методическое и научно-математическое обеспечение, включающее комплекс подходов, методов и алгоритмов для функционирования СЦ;
- информационное обеспечение – комплекс решений по источникам информации для СЦ и составу консолидируемых в СЦ данных;
- комплекс программных средств – сбора, консолидации и аналитической обработки данных, моделирования и прогнозирования развития ситуации;
- организационное обеспечение – комплекс организационных решений (структурных подразделений, регламентов, нормативных актов и др.), обеспечивающих поддержку функционирования всех компонент СЦ.

Интеллектуальным ядром ситуационно-аналитического центра является комплекс взаимосвязанных моделей, основными из которых являются [3]:

- Динамическая модель анализируемой системы.
- Индикаторные модели.
- Модели выявления проблемных ситуаций, раннего предупреждения и разработки мероприятий по их парированию и ликвидации негативных последствий.
- Информационные модели объектов управления на основе интерактивных баз знаний.
- Система поддержки принятия долгосрочных и оперативных решений различного уровня.
- Модель гибкого социально-экономического мониторинга, способного адаптироваться к динамике развития проблемной ситуации, и другие модели.

Характеристика ОСЦ Росрыболовства

Начиная с 2009 г. в Федеральном агентстве по рыболовству Российской Федерации проводится работа по созданию отраслевого ситуационного центра (далее – ОСЦ Росрыболовства).

По выполняемым задачам ОСЦ Росрыболовства можно отнести к полнофункциональным ситуационным центрам – в отличие от большинства существующих сегодня отраслевых СЦ он выполняет не только функции отображения информации и удаленного взаимодействия, но и функции моделирования и анализа ситуаций [4].

По степени сложности и масштабу решаемых задач ОСЦ Росрыболовства относится к стратегическим ситуационным центрам, поскольку нацелен на поддержку решения задач отрасли национальной экономики. В соответствии с приведенной выше классификацией ОСЦ Росрыболовства является специализированным многоцелевым стационарным СЦ, содержит как индивидуальные рабочие места, так и экраны коллективного пользования.

ОСЦ Росрыболовства включает следующие компоненты:

- программно-аппаратные средства поддержки сбора и консолидации данных;

- программно-аппаратные средства визуализации данных мониторинга, анализа и прогнозирования отраслевых показателей и первичных данных;
- программно-аппаратные средства поддержки коллективной работы (видеоконференции, интерактивные обсуждения);
- программные комплексы поддержки принятия решений, а именно: мониторинга ситуации, имитационного динамического моделирования, статистического анализа, эконометрического моделирования, качественного ситуационного моделирования;
- методики решения отраслевых задач контроля и управления;
- комплекс прогнозных моделей отрасли.

Информация для ОСЦ Росрыболовства поступает из широкого круга источников: структурные подразделения и территориальные управления Росрыболовства, отраслевая система мониторинга, ведомственные базы данных, средства массовой информации, сеть Интернет, внешние источники информации (Росстат, ФНС России, ООН, Евростат и другие).

Эксплуатацию ОСЦ Росрыболовства обеспечивает специализированное структурное подразделение центрального аппарата Росрыболовства.

Программные инструменты сбора, аналитической обработки, моделирования и прогнозирования представляют собой интегрированный комплекс программных средств (см. Рис. 5).

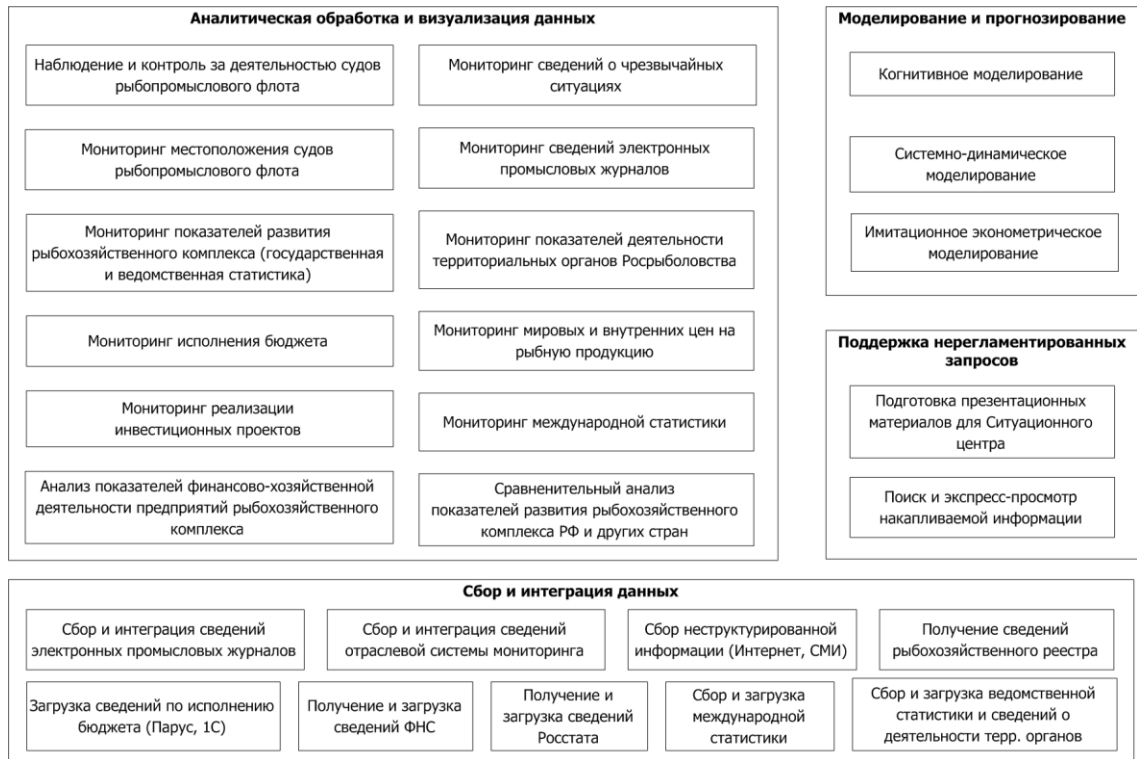


Рис. 5. Структура комплекса программных средств ОСЦ Росрыболовства

Для поддержки принятия решений по управлению рыбной отраслью в ОСЦ Росрыболовства реализован инструментальный анализ и моделирование объектов и ситуаций, поддерживающий методы эконометрического моделирования, динамического моделирования и моделирования на основе когнитивных карт [5].

Различные типы моделей применяются для решения различных задач:

- модели на основании когнитивных карт для качественной оценки ситуации в терминах «улучшения/ухудшения» в отдельных сферах. Позволяют оценить направление и степень изменения факторов, для которых невозможно либо крайне сложно получить количественную оценку (например, «объем незаконного промысла», «широта ассортимента рыбных товаров» и др.);
- системно-динамические модели для оценки тенденций изменений показателей развития рыбохозяйственного комплекса на среднесрочный и долгосрочный период. Позволяют получать оценочные значения показателей, для которых отсутствует статистическая информация, но определены взаимосвязи вида «вход-выход» с другими факторами (например, показатель «объем транспортировки рыбных товаров» можно оценить исходя из объемов производства рыбных товаров и доступных холодильных мощностей);
- имитационные эконометрические модели – используются для расчета прогнозных значений показателей развития рыбохозяйственного комплекса на долгосрочный, среднесрочный и краткосрочный период. Позволяют спрогнозировать значения показателей развития отрасли при различных сценариях влияния на отрасль внешних и внутренних факторов.

Создание модельного комплекса ОСЦ Росрыболовства производилось поэтапно и включало следующие шаги:

1. Формирование единой и непротиворечивой системы целей и задач деятельности рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации.

Перечень целей, задач и целевых индикаторов был определен на основании анализа:

- стратегических документов, определяющих направления и задачи развития отрасли – Концепции развития рыбного хозяйства до 2020 г. [6], Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса до 2020 г. [7], отраслевой федеральной целевой программы [8];
 - мнения экспертов, выраженных в специализированных отраслевых обзорах [9] и научных монографиях [10];
 - высказываний руководства Росрыболовства [11].
2. Определение состава моделей, необходимых для моделирования целевых индикаторов по каждой цели и задаче деятельности рыбохозяйственного комплекса РФ.

В результате был определен модельный комплекс из 18 взаимосвязанных моделей.
 3. Определение для каждой модели ее типа, характера взаимосвязей с другими моделями и очередности создания.
 4. Формирование моделей, определение для каждой модели факторов и характера взаимосвязей с другими факторами.
 5. Реализация моделей в виде программных комплексов.

Имитационная эконометрическая модель развития рыбохозяйственного комплекса РФ

Для моделирования ключевых показателей развития рыбохозяйственного комплекса РФ специалистами компании «ПРОГНОЗ» в сотрудничестве с экспертами Росрыболовства была реализована имитационная эконометрическая модель (далее – модель).

Модель позволяет:

- прогнозировать значения ключевых (относящихся к целям верхнего уровня) показателей развития рыбохозяйственного комплекса РФ на среднесрочную перспективу при различных вариантах управляющих воздействий и сценариях развития мировой и российской экономики (анализ «Что будет, если...»);
- определять условия, необходимые для достижения целевых значений показателей (анализ «Что нужно, чтобы...»).

Модель охватывает следующие блоки:

- водные биологические ресурсы, воспроизводство;
- добыча и производство;
- внутреннее потребление;
- внешний спрос и торговля;
- себестоимость, цены и финансовые показатели;
- инвестиции и основные фонды.

Блоки модели взаимосвязаны между собой посредством переменных, являющихся эндогенными для одного из блока и экзогенными (входными) для других.

В модели в целом участвуют следующие входные переменные:

Управляющие параметры (на которые может влиять Росрыболовство):

- затраты на охрану и воспроизведение ценных видов рыб, млн.руб.;
- объемы квот в индивидуальных экономических зонах иностранных государств, тыс.т.;
- ставка вывозной таможенной пошлины на рыбные товары, %;
- ставка ввозной таможенной пошлины на рыбные товары, %;
- ставка ввозной таможенной пошлины на рыболовные и др. суда, %;
- объемы финансирования реконструкции и строительства объектов по воспроизводству ВБР, млн руб.;
- ставка сбора за объект ВБР (стоимость квоты), руб. за т.;
- количество единиц флота, ед.;
- торговая наценка посредников, %.

Макроэкономические показатели РФ:

- реальные располагаемые доходы населения, % к предыдущему году;

- индекс тарифов на ж/д грузоперевозки, % к предыдущему году;
- тарифы на электроэнергию, % к предыдущему году;
- ставка по налогу на добавленную стоимость, %;
- ставки по налогу на прибыль организаций, %;
- полученные кредиты на рыболовство и рыбоводство, млн руб.;
- инвестиции в основной капитал за счет бюджетных средств - рыболовство и рыбоводство, млрд руб.

Параметры мировой экономики:

- импортные цены на рыбу мороженую, долл. США за т.;
- экспортные цены на рыбу свежую и мороженую, долл. США за тонну;
- курс доллара к рублю;
- темпы роста мировой экономики, %;
- цена на нефть, долл. за бар.

Входные параметры модели не моделируются ни в одном из ее блоков, участвуют в качестве факторов в уравнениях и задаются пользователем экспертно по различным сценариям.

Результирующими показателями модели являются ключевые показатели деятельности рыбохозяйственного комплекса РФ:

- улов рыбы и добыча других водных биоресурсов, тыс.т.;
- объем производства товарной пищевой рыбной продукции, включая консервы, тыс.т.;
- потребление рыбы и рыбопродуктов в расчете на душу населения в год, кг;
- доля отечественной пищевой рыбной продукции на внутреннем рынке, %;
- выпуск ценных водных биоресурсов в естественные водоемы и водохранилища, млн шт.;
- степень освоения ОДУ в ИЭЗ РФ, %;

- коэффициент обновления основных фондов (по рыбохозяйственному комплексу), %;
- объем производства продукции аквакультуры, тыс.т.;
- средняя потребительская цена на мороженую рыбу, руб. за кг;
- переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов", в % к соотв. периоду предыдущего года;
- розничная продажа рыбы и морепродуктов, тыс.руб.;
- розничная продажа рыбы и морепродуктов, тыс.т.;
- ИФО розничной продажи рыбы и морепродуктов", в % к соответствующему периоду предыдущего года;
- импорт свежей и мороженой рыбы, тыс. т.;
- экспорт свежей и мороженой рыбы, т.;
- сальдированный финансовый результат организаций, млн. руб.;
- основные средства, млрд. руб.;
- инвестиции в основной капитал, млрд. руб. и другие.

С математической точки зрения эконометрическая модель представляет собой рекурсивную систему одновременных уравнений

$$Y_t^i = F(Y_t^j, Y_{t-\tau}^l, X_t^k, X_{t-\tau}^k)$$

где Y_t – вектор моделируемых переменных в момент времени t , $i \neq j$, $i=1..n$, n – количество моделируемых переменных, X_t – экзогенные переменные модели, $k = 1..m$, m – количество экзогенных факторов в целом для модели развития рыбохозяйственного комплекса, τ – лаги факторов.

Благодаря такой структуре в модели развития рыбохозяйственного комплекса РФ все уравнения взаимосвязаны между собой как в текущий момент времени, так и посредством лаговых переменных.

Рекурсивная система одновременных уравнений включает факторные линейные, нелинейные регрессионные уравнения и уравнения-тождества. Линейные регрессионные модели оценивались с помощью метода наименьших квадратов (МНК) или двушагового МНК; нелинейные – с помощью нелинейного МНК.

Для регрессионных моделей проводилась:

- оценка значимости факторов (с помощью t-статистики Стьюдента и критериев избыточных/пропущенных переменных, теста причинности Гренжера);
- проверка мультиколлинеарности факторов;
- автокорреляции остатков (LM тест Годфрея);
- гетероскедастичности остатков (тест Уайта).

Схема взаимодействия основных блоков модели представлена на рис. 2.

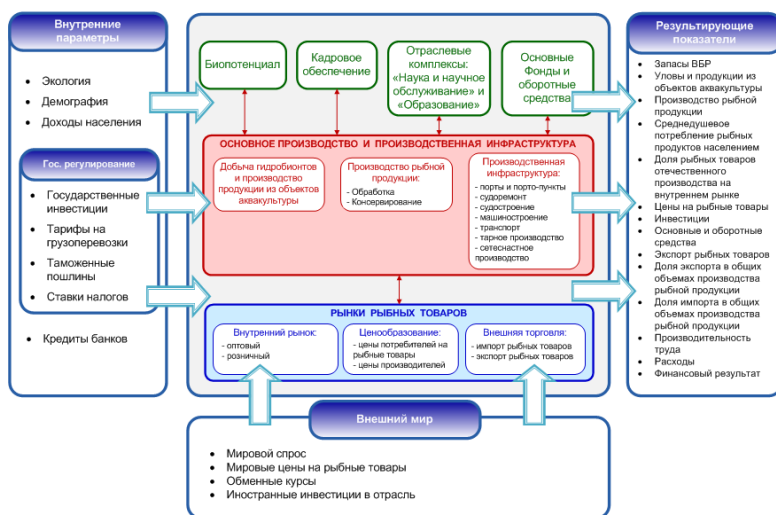


Рис. 2. Схема имитационной эконометрической модели развития рыбохозяйственного комплекса РФ

При реализации систем поддержки принятия решений, базирующихся на имитационном эконометрическом моделировании, хорошо зарекомендовало использование следующей схемы разработки [12]:

- интеграция источников данных;
- создание информационного хранилища данных;
- формирование аналитической отчетности;

- построение комплекса имитационных моделей для выполнения многовариантных расчетов.

В соответствии с данным подходом имитационная эконометрическая модель развития рыбохозяйственного комплекса РФ интегрирована с аналитическим хранилищем данных ОСЦ Росрыболовства и средствами визуализации результатов мониторинга, анализа и прогнозирования отраслевых показателей.

Значительное внимание было уделено разработке наглядного и понятного интерфейса для работы с моделью и представления результатов прогнозных расчетов. Для этого был спроектирован и реализован набор специализированных пользовательских форм, нацеленных на решение частных задач в рамках созданной модели (см. Рис3).

Реализованные инструменты моделирования рыбохозяйственного комплекса РФ используются при решении практических задач, возникающих перед сотрудниками Федерального агентства по рыболовству – например, для обоснования целевых индикаторов Государственной программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса» до 2020 г. Дальнейшее развитие модельного комплекса ОСЦ Росрыболовства планируется по двум направлениям: повышение глубины проработки уже реализованных моделей (увеличение числа учитываемых факторов, уточнение взаимосвязей между факторами и моделируемыми показателями) и расширение состава моделей (моделирование внутреннего рынка на рыбные товары, моделирование внешнеэкономической деятельности отрасли и др.)



Рис. 3. Интерфейс эконометрической модели развития рыбохозяйственного комплекса

Список литературы:

1. *Боголюбов В.* Ситуационные центры: Рубикон позади. [Электронный ресурс]
URL: http://www.cnews.ru/reviews/free/gov/part2/sit_cent.shtml
2. *Филиппович А.* Ситуационные центры: определение, структура и классификация. [Электронный ресурс].
URL: http://iu5.bmstu.ru/~philippovicha/Articles/Sit_Centres.htm
3. *Колесников С.* Ситуационные центры: что это такое, и как с ними бороться. [Электронный ресурс]
URL: http://www.ci.ru/inform21_04/p_22.htm
4. *Степанов А.* INLINE Technologies построила ситуационный центр для Росрыболовства. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fish.gov.ru/DocLib3/%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C006170.aspx>
5. *Построение* отраслевого ситуационного центра Росрыболовства. [Электронный ресурс].
URL: <http://www.inline.ru/projects/detail.php?ID=627>
6. *Концепция* развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства РФ от 2 сентября 2003 г. № 1265-р.
7. *Стратегия* развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года. Федеральное агентство по рыболовству. Приказ об утверждении от 30 марта 2009 г. № 246.
8. *Федеральная* целевая программа «Повышение эффективности использования и развитие ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009 - 2013 годах». Распоряжение Правительства РФ от 12 августа 2008 г. № 606.
9. *Рыбохозяйственный* комплекс России в XXI веке. Белая книга. / ВНИЭРХ. М., 2008. 208 с.
10. *Шпаченков Ю.А., Мирекина С.В.* Методические и практические аспекты участия рыбной промышленности и хозяйства в обеспечении продовольственной безопасности России. -М.: из-во ВНИРО, 2006. 488 с.
11. *Крайний А.* Отчего растет рыба? Интервью с руководителем Росрыболовства. [Электронный ресурс]
URL: <http://fish.gov.ru/presscentre/interview/Pages/%D0%B8%D0%BD%D1%82%2000004.aspx>
12. *Андрианов Д.Л., Балаш М.Н., Косвинцев К.Л., Кулаков М.Ю., Ситников Д.В.* Имитационное моделирование и сценарный подход в системах принятия решений // Проблемы теории и практики управления. 2002. №5. С. 74 – 75.