

Л. М. ЛУКЬЯНОВА, Н. Ю. ЛУКЬЯНОВА  
Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград  
Л. Н. ФЕДОРЧЕНКО  
Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук,  
Санкт-Петербург

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СИСТЕМНО-ЦЕЛЕВОГО АНАЛИЗА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Обсуждается недостаточное развитие логического компонента получивших распространение методологий, методик и информационных технологий системного анализа, использование которых способствует, но не обеспечивает системность (полноту, непротиворечивость, согласованность) управленческих решений, формируемых в ходе его проведения. Обосновывается актуальность разработки информационной технологии системно-целевого анализа, основывающейся на одноименной методологии, объективизация логического компонента которой осуществлена с использованием теории целей, включающей семиотические модели логико-лингвистического типа. Уточняются основные понятия технологии и рассматриваются ее ключевые операции.*

**Введение.** В условиях трансформации мирового порядка резко обострилась проблема продовольственной безопасности, и без того напряженная в последние годы. Один из ее аспектов охватывает рыбохозяйственную деятельность, важной составляющей которой является добыча и переработка биологических ресурсов Мирового океана [1].

В Атлантическом океане перспективным промысловым ресурсом является тунец, а среди тунцепоподобных – синяя акула (наиболее крупный вид пелагических рыб семейства *Carcharhinidae*, осуществляющий, как показывают наблюдения по мечению и учетные записи, трансатлантические миграции от Ньюфаундленда до Аргентины на западе и от Норвегии до Южной Африки, включая Средиземноморье, на востоке) [2]. В последнее время вырос спрос не только на плавники синих акул, но и на их мясо, печеночное масло, рыбную муку, кожу из акульих шкур. Соответственно возросли объемы коммерческой добычи данного вида, принявшие для его атлантической популяции угрожающий характер [3]. При неопределенности структуры запасов синей акулы и отсутствии полных данных об уловах это обусловило многоаспектную проблемную ситуацию. Среди вовлеченных в нее стран – Российская Федерация, традиционно осуществляющая океаническое рыболовство, в том числе, в восточной части центральной Атлантики (ЦВА) [4, 5].

Подготовка управленческих решений по преодолению подобных ситуаций осуществляется в рамках системного анализа. Известные варианты данной методологии [6–10] и другие, в том числе поддержанные теоретически [11], методики (их обзор имеется в [12]) и технологии системного анализа, использующие программные средства [13–16] и аналогичные им, *способствуют формированию решений*, но не гарантируют их системность – полноту, логическую корректность, согласованность. В производственной сфере, для которой особенно высока стоимость устранения просчетов системности, выявляемых во время исполнения решений, предложена методология системно-целевого анализа (СЦА), в которой объективизирован логический компонент [17]. Это осуществлено путем разработки теории целей, включающей семиотические модели логико-лингвистического типа. В многоаспектных проблемных ситуациях с нечеткими, неполными данными этот вариант методологии системного анализа *обеспечивает формирование системы решений* по проблемам, целям и системе целедостижения (СЦД). Для практического применения разработана и презентована на конференции «ИТУ-2020» методика [18]. Результаты ее использования показали, что она *обеспечивает* большую системность решений по сравнению с другими методиками системного анализа [4, 5, 19–21]. Однако не всегда максимальную (человеческий фактор). Во избежание просчетов системности потребовалась автоматизация СЦА.

В докладе рассматривается информационная технология (ИТ) системно-целевого анализа, ключевым средством которой является интеллектуальная информационная система поддержки анализа проблем (П), целей (Ц) и СЦД (СПАСп-ц-сцд). Технология разработана в ориентации на организационно-технические комплексы производственной сферы, в частности, рыбохозяйственные, осуществляющие промышленное рыболовство и рыбоводство, судостроение и судоремонт, производство рыбопродукции и средств ее производства, исследование сырьевой базы и организацию экспедиционного лова в Мировом океане и зонах иностранных государств, создание системы оптовой и розничной торговли рыбопродукцией, развитие научной, информационной и аналитической баз и др.

**Информационная технология системно-целевого анализа.** В названии технологии, как и в методологии СЦА, подчеркнута роль целей как логического основания для синтеза систем.

**Основные понятия ИТ СЦА.** Ключевые понятия технологии размыты и требуют уточнения.

*Деятельность* – форма человеческой активности, ориентируемая и направляемая конечными целями. Пример: рыбохозяйственная деятельность. *Действие* – элемент деятельности, обеспечивающий достижение промежуточной цели. Пример: учет данных по улову синей акулы в ЦВА.

*Цель деятельности/действия* – представляющий ценность будущий результат деятельности/действия. В аксиологии (положительная) ценность обозначается через *G*. Формулировка цели – описание цели на естественном языке. Пример: исследовать популяцию синей акулы в ЦВА.

*Целеполагание* (лицом, принимающим решение (ЛПР)) – формирование ЛПР цели в амбивалентном процессе возникновения образа (психические механизмы: «воображение», «память») представляющего положительную ценность (психический механизм «эмоции») результата деятельности/действия и его вербального описания (психический механизм «мышление»).

Целедостижение – осуществление намеченного целью результата деятельности/действия.

СЦД – система, обеспечивающая достижение целей деятельности в проблемных ситуациях.

*Проблемная ситуация* – ситуация недостижимости (невозможности эффективного достижения) целей деятельности. Примеры: 1) недостижимость целей деятельности при несистемности принимаемых решений; 2) невозможность прагматически полезного «машинного» (т. е. без участия ЛПР) целеполагания и постановки задач в производственной сфере.

*Проблема* – противоречие между неудовлетворенностью субъекта положением дел и неопределенностью средств для его изменения. Пример: способы сбора и переработки информации не обеспечивают требуемой результативности данных процессов, что снижает качество управленческих решений. *Сложная проблема* – проблема, в которой могут быть выделены части (*составная проблема*) и/или аспекты (*интегративная проблема*). Примеры: 1) приведенная проблема состоит из двух проблем – частей, причем первая («способы сбора и переработки информации») не обеспечивает требуемой результативности данных процессов», обуславливает вторую («снижает качество управленческих решений»); 2) проблема *низкой эффективности...* – интегративная (первый ее аспект – низкая результативность..., второй – высокая ресурсоемкость..., третий – недостаточная оперативность...). В производственной сфере проблемы обычно отражают «недостатки» деятельности, средств и условий ее реализации, выражающие негативную ценность, обозначаемую в аксиологии через *H*. Пример соответствующих проблемы и цели: «*H* уменьшение популяции синей акулы...» и «*G* способствовать увеличению популяции синей акулы...».

*Операция* – действие вместе с точно определенными средствами (неперераспределяемые ресурсы), условиями (в том числе, перераспределяемые ресурсы) и результатом его реализации. Средствам и условиям присущи роли, согласующиеся с вопросами: «кто? (субъект)», «чем, с помощью чего? («техника»)», «как? («технология»)», «из чего? (исходный объект)», «где? (место)», «что? (конечный объект: результат)», «какие? (условия)». Пример (учет данных об уловах синей акулы в ЦВА): (кто: должностное лицо XXXX), (с помощью чего: АИС YYYY), (как: опция ZZZZ), (из чего: запись PPPP базы данных RRRR, (где: район ЦВА), (что: улов синей акулы), (условие 1: обновление базы данных RRRR), (условие 2: 30.06.2022).

*Информационная технология* – пооперационное описание процессов сбора, хранения, передачи, переработки, распределения, воспроизведения информации. Пример: ИТ СЦА – пооперационное описание процессов сбора, хранения, анализа и отображения информации о СЦА.

*Интеллектуальная информационная система* – информационная система с универсальными знаниями, обеспечивающими решение нетривиальных частных задач. Пример: СПАСп-ц-сцд. Универсальные знания: процедурные (семиотическая, логико-лингвистического типа, модель рассуждений о проблемах/целях, формирования и согласования их структур) и декларативные (семантические тезаурусы предметной области и фреймы проблемы и цели). После настройки знаний на сектор производственной сферы система осуществляет: контроль правильности анализа ЛПР проблем, целей, функций СЦД и логической корректности, полноты, согласованности результатов данных процессов, а при выявлении несистемности исправляет ее (в частности, путем имитации целеполагания) в партнерском диалоге с ЛПР. Прототип СПАСп-ц-сцд – средство [22], обеспечивающее диалоговый анализ-синтез целей и формирование двухструктурной системы целей со структурами целей (СЦ) – аналитической (АСЦ) и синтетической (ССЦ) [23].

**Основные группы операций ИТ СЦА.** Технологический процесс анализа–синтеза проблем, целей и СЦД включает: 1) вспомогательные операции создания семантических тезаурусов предметной области, которые описаны в [26]); 2) основные операции трех приводимые ниже групп, соответствующие группам действий, определенных методикой [18]. Конструктивность методов СЦА облегчила их реализацию в форме действий, а совместно с диалогом ЛПР–СПАСп-ц-сцд на ограниченных естественных языках (ЕЯ) проблем и целей упростило трансформацию действий в операции технологического процесса СЦА.

*Операции анализа проблем* выполняются системным аналитиком (СА), ЛПР, экспертами (Э) и подсистемой СПАСп. *Определение списка проблем:* формулирование проблем экспертами ( $\mathcal{E}_i$ ,  $i=1(1)n$ , где  $n$  – число экспертов) и сохранение их в диалоге со СПАСп в таблице исходных проблем. *Предварительный анализ проблем:* устранение (СА/ЛПР) дублирования и перекрещивания исходных проблем с последующим их переформулированием, определением статуса (“В” – внешняя), аспектов (“ $A_j$ ”,  $j=1(1)m$ , где  $m$  – число аспектов), нумерованием отредактированного списка проблем с добавлением (при установлении факта) префикса “В.” слева от номера и кода “ $A_k$ ” ( $k=1(1)p$ ,  $p \leq m$ ) справа от номера; определение каузативных связей между проблемами. *Определение главной проблемы* выполняется двумя способами (операции I и II). I – СПАСп: I.1) *построение каузативной СП* по каузативным связям проблем; 2) определение главной проблемы как «причины» наибольшего числа «следствий» («исходящие» связи, или положительная степень вершин в каузативной СП). II: 1) ранжирование (или попарное сравнение) отредактированных проблем (Э в диалоге с СПАСп); 2) оценка согласованности мнений экспертов с помощью коэффициента Кендэла с подтверждением его статистической значимости на основе критерия Пирсона  $\chi^2$ , в частности по главной проблеме (СПАСп). *Анализ (СА/ЛПР) результатов операций I и II:* 1) случай несогласованности мнений Э – повтор операций II, перед которым СА/ЛПР знакомят экспертов с их предыдущими оценками; 2) случай несовпадения результатов I и II – повтор операций, начиная с *предварительного анализа проблем*; 3) случай совпадения результатов операций I и II – *анализ проблем и формирование СП*, начиная с анализа главной проблемы, СА/ЛПР под контролем СПАСп формулируют подчиненные ей проблемы первого уровня и продолжают процесс анализа проблем до построения логически корректной и полной иерархической СП.

*Операции анализа и синтеза целей* выполняют СА, ЛПР, Э и подсистемой СПАСц. *Операции анализа целей* в общем случае аналогичны операциям анализа проблем. В частном случае 1, когда все формулировки проблем в СП явно выражают недостатки в секторе производственной сферы, технология упрощается: формируется СЦ, изоморфная СП, а цели в ней формулируются путем «отрицания» соответствующих проблем. В частном случае 2, когда известна лишь главная проблема, ЛПР формулирует главную цель и, начиная с нее, осуществляет *анализ целей* и формирование логически корректной и полной АСЦ в диалоге со СПАСц. *Синтез целей* во всех случаях включает операции: СПАСц, начиная с цели нулевого уровня «начать целедостижение» и заканчивая целью, соответствующей главной в АСЦ, строит обратной по отношению к АСЦ процедурой начальную ССЦ (НССЦ); ЛПР, исходя из НССЦ и те-

кущей ситуации, под контролем СПАСЦ синтезирует конечную ССЦ (КССЦ) путем целеполагания, начиная с целей первого уровня.

*Операции анализа и синтеза СЦД* выполняются ЛПР в диалоге с подсистемой СПАССЦД. Анализ критериев целедостижения. Анализ целей КССЦ и формирование на его основе исходного списка функций СЦД. Пополнение данного списка функциями, необходимыми для достижения всех целей. Группировка функций и закрепление их за компонентами СЦД. Формирование структур СЦД. Разработка плана мероприятий по целедостижению.

В докладе приводятся результаты использования информационной технологии системно-целевого анализа рыбохозяйственной деятельности по синей акуле в Атлантическом океане.

**Заключение.** Предложенная технология системно-целевого анализа, в отличие от известных технологий системного анализа, не требует организации сложных экспертиз, сопряженной с трудовыми и временными затратами на коллективное выявление, анализ и структурирование проблем, целей, функций СЦД и при этом даже в «ручном» режиме повышает степень системности принимаемых решений [4, 5, 6, 20, 21]. В автоматизированном же режиме интеллект используемых в ней средств *обеспечивает требуемую эффективность* не только процесса СЦА, но и целедостижения, реализуемого синтезированной в нем системой [19].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. FAO. 1998. FAO yearbook, Fishery statistics: Capture production. FAO series No. 50, Vol. 82: 678 pp.
2. Spalding M.D., ..., Martin, K.D. Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, 57; 2007. pp. 573–583.
3. The International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas. URL: <https://www.iccat.int/en/submitSTAT.html#>
4. **Романов В.А., Алексеев В.Г., Лукьянова Л.М.** и др. Развитие рыбопромышленного комплекса С.-Петербурга до 2010 года. С.-Петербург: ФГУП «ГИПРОРЫБФЛОТ», 2002, 126 с.
5. **Саускан В.И., Осадчий В.М., Лукьянова Л.М.** Пути развития отечественного рыболовства. *Рыбное хозяйство*. №1. 2015. С. 3–8. ISSN 0131-6184.
6. **McKean R.N.** Efficiency in Government through Systems Analysis. With Emphasis on Water Resources Development: a RAND Corporation research study. N.Y.: John Wiley&Sons Inc., 1958. 336 p.
7. **Hall A.D.** A methodology for systems engineering. N.J.: D. Van Nostrand Company, Inc., 1965. 418 p.
8. **Гиг Дж. ван.** Прикладная общая теория систем: в 2-х кн. / Пер. с англ. М.: Мир, 1981. Кн. 1. 336 с. Кн. 2. 733 с.
9. **Новиков А.М., Новиков Д.А.** Методология. М.: СИНТЕГ, 2007. 668 с.
10. **Тарасенко Ф.П.** Прикладной системный анализ (Наука и искусство решения проблем): Учебник. Томск: Изд-во Томского университета, 2004. 186 с.
11. Теоретические основы системного анализа / **В.И. Новосельцев** [и др.]; под ред. В.И. Новосельцева. М.: Майор, 2006. 592 с.
12. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. **В.Н. Волковой, В.Н. Козлова**. М.: ВШ, 2004. 616 с.
13. ExpertChoice for Collaborative Decision Making. URL: <http://www.expertchoice.com/2021>.
14. Integrated environment ARIS: Strategic Planning Tool ARIS BSC. URL: <http://bps.org.ua/aris/moduli-aris/aris-bsc.html>
15. Программно-методический комплекс автоматизации управления в организациях «Инталев: Навигатор». URL: <http://www.intalevnavigator.ru/>.
16. Управление проектами Spider Project. URL: <http://www.spider.com>.
17. **Лукьянова Л.М.** Теоретико-методологические основы структурно-целевого анализа и синтеза организационно-технических комплексов [монография]. СПб.: Наука, 2006. 280 с.
18. **Lukyanova L.M., Fedorchenko L.N., and Lukyanova N.Y.** The Methodological Basis and Technique for Objectifying Logical Results of Systems Analysis in Production Sphere. *Journal of Physics: Conference Series, Volume 1864, 13th Multiconference on Control Problems* (6-8 Oct. 2020, S.-Petersburg, Russia); URL: [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.085107407401&origin=resultslist&featureToggles=FEATURE\\_NEW\\_METRICS\\_SECTION:1](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.085107407401&origin=resultslist&featureToggles=FEATURE_NEW_METRICS_SECTION:1).
19. **Лукьянова Л.М.** Системность решений по рыбохозяйственному комплексу. *Рыбное хозяйство*. №5. 2014. С. 14–88. ISSN 0131-6184.
20. **Лукьянова Л.М.** Аналитический отчет по проблемам рыбохозяйственного комплекса Калининградской области [Электронный ресурс]. Калининград: БФУ им. И. Канта, 2014. 27 с.
21. **Weldegorgish T.K., Lukyanova L.M.** Problems and goals of the researching the population of the blue shark (*prionace glauca*) in Central Eastern Atlantic [Электронный ресурс] *Материалы VII Межд. Балтийского морского форума* (Калининград, 7–12 октября 2019 г.): VII МНК «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». Калининград: БГАРФ, 2019. Т. 3. С. 90–197. URL: <http://catalog.infoforeg.ru/Inet/GetEzineByID/326181>.
22. **Лукьянова Л.М.** Программное средство «Анализ и синтез систем целедостижения»: свидетельство № ГР 2008614503 от 19.09.2008 [заявитель и правообладатель Л.М. Лукьянова]. *Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем»*: в 2-х ч. М., 2008. №4(65). Ч. II. С. 312.

23. Лукьянова Л.М. Методология автоматизированного формирования систем целей в производственной сфере: монография. Калининград: Изд-во «КГТУ», 2016. 405 с.

L.M.Lukyanova, N.J.Lukyanova (Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad),

L.N. Fedorchenko (St. Petersburg Federal Researcher Center, St. Petersburg)

**Information technology of systems-goal analysis in fisheries**

The article discusses the insufficient development of the logical component of the methodologies and technologies of systems analysis that have become widespread, the use of which contributes, but does not ensure completeness and logical correctness of managerial decisions formed during its implementation. The relevance of the development of information technology of systems-goals analysis based on the same name methodology, the logical component of which is based on the theory of goals, including semiotic models of the logical-linguistic type, is substantiated. The basic concepts of technology are specified and its key operations are considered.

Авторы готовы представить текст на английском языке для сборника материалов мультikonференции, который будет подан для индексирования в Scopus