

Н. Ю. ЛУКЬЯНОВА, Л. М. ЛУКЬЯНОВА  
Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград

Л. Н. ФЕДОРЧЕНКО  
С.-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Санкт-Петербург

## МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ ЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЕ

*Обсуждается большой вес в системном анализе (СА) субъективных факторов и моделей, использование которых снижает степень системности (полноты, непротиворечивости, согласованности) планировочных и управленческих решений, вырабатываемых в ходе его осуществления. Обосновывается актуальность разработки методической основы объективизации логической составляющей СА, базирующейся на системно-целевом и семиотическом подходах и семиотических моделях целей, структур целей, рассуждений о целях. Ставятся задачи ее разработки, приводятся схемы и примеры решения задач.*

**Введение.** Со времени первых публикаций о системном анализе ([1], [2]) прошло более полувека. С тех пор данная методология используется при подготовке и принятии планировочных и управленческих решений в проблемных ситуациях. Назначение ключевого метода СА – выработка экспертным коллективом (ЭК) дерева целей (ДЦ). Цели являются логическим основанием для синтеза системы [3], и их структурная увязанность способствует обоснованию решений по системе целедостижения (СЦД). Способствует, но не обеспечивает вследствие субъективности моделей целей и ДЦ и методов анализа целей ДЦ и СЦД, которыми руководствуются члены ЭК и лица, принимающие решения (ЛПР). В теоретическом плане указанная субъективность в определенной мере обусловлена многозначностью понятий «проблема» и «цель», неопределенностью правил анализа проблем/целей и свойств ДЦ, а в практическом – неопределенностью формулировок проблем/целей, профессиональной и психической разнородностью ЭК и ЛПР. Это и многое другое часто приводит к некорректности ДЦ, выявляемой при исполнении решений по целедостижению (ЦД). Первая методика системного анализа (60-е годы), реализованная в системе PATTERN (*Planning Assistance Through Technical Evaluation from Relevance Number*) [4], способствовала снижению уровня некорректности ДЦ. Для правильного его построения ЭК предписывалась разработка нормативного прогноза (сценарий развития объекта анализа) и прогноза развития науки и техники с последующим оцениванием важности, взаимной полезности целей и состояний-сроков ЦД. Далее предписывалась обработка оценок на ЭВМ с уточнением ДЦ экспертами. К сожалению, в этой и большинстве других методик СА (их обзор имеется в [5]) и средствах, используемых для повышения качества ДЦ (в их числе [6–13]), отсутствуют фильтры субъективной некорректности решений по целям и СЦД [14]. В [15] предложены, а в [16–20] уточнены системно-целевой и семиотический подходы и средства формализации логического компонента системного анализа в производственной сфере, обеспечивающие решение отмеченных проблем. Доклад посвящен результатам разработки соответствующей методической основы, предназначенной для практического использования ЭК и ЛПР.

### **Методическая основа объективизации логической составляющей системного анализа.**

При системно-целевом подходе к выработке решений выделены два основных этапа [21]:

- 1) анализ целей с формированием структуры целей (СЦ);
- 2) анализ функций, компонентов и структур СЦД, согласованных с СЦ.

Принимая во внимание то, что (субъективные по своей природе) цели производственной сферы формулируются обычно путем «отрицания» (объективных) проблем, для начальной объективизации целей в обобщенной схеме СА их анализ предварен этапом анализа проблем:

*Анализ проблем и формирование структуры проблем (СП) →  
→ анализ целей и формирование СЦ → анализ СЦД.*

В [21] приведена концептуальная модель формирования СЦ, реализуемая на основе субъективных моделей ЭК и следующих объективных моделей: общепринятых математических моделей принятия решений [5] и оригинальных семиотических моделей целей, дерева целей и рассуждений о целях [15, 16].

Приведем формулировки и схемы решения трех базовых логических задач СА.

*Задача анализа проблем.* Дано: проблемная ситуация в секторе производственной сферы. Требуется: сформировать соответствующую ей корректную структуру проблем (СП).

Для решения задачи предложена следующая схема:

*изучение проблемной ситуации, выявление и предварительный анализ проблем →  
→ формирование каталога проблем и определение каузативных связей между ними →  
→ формирование каузативных структур проблем и определение главной проблемы →  
→ анализ главной проблемы и формирование СП.*

Реализующие данную схему процедуры и средства приведены в [15, 22].

*Задача анализа целей.* Дано: СП. Требуется: сформировать полную, логически корректную структуру целей (СЦ) для решения проблем (и устранения тем самым проблемной ситуации).

Решение задачи осуществляется по одной из следующих схем:

*1) формирование структуры целей по структуре проблем.*

По данной схеме проводится переформулирование проблем из СП, сформированной на предыдущем этапе системного анализа, в цели путем «отрицания» проблем и получение СЦ, структура которой изоморфна структуре СП. Этот способ пригоден, если формулировки проблем явно выражают недостатки в соответствующем секторе производственной сферы;

*2) определение главной цели → формирование структуры целей, начиная с главной цели.*

Данная схема предусматривает в качестве исходной информацию лишь о главной проблеме, путем «отрицания» которой определяется главная цель;

*3) выявление и предварительный анализ целей →  
→ формирование каталога целей и анализ их «причинно-следственных» связей →  
→ формирование каузативных структур целей →  
→ анализ каузативных структур целей и определение главной цели →  
→ анализ главной цели и формирование СЦ.*

Использование последней детализированной схемы, аналогичной схеме формирования СП, целесообразно в случае большой неопределенности проблемных ситуаций и проблем.

Реализующие данные схемы процедуры и средства приведены в [15, 23–25].

*Задача анализа СЦД.* Дано: СЦ. Требуется: определить и сгруппировать функции СЦД, определить компоненты СЦД (рисунок) и (по общепринятым методикам [5]) ее оргструктуру.

Формулировка цели	Функция СЦД	Наименование и состав группы функций	Компонент СЦД

Рисунок. Шапка таблицы «Цели, функции и компоненты СЦД»

Охарактеризуем используемые при решении данных задач семиотические модели [16, 17, 21]. Двухуровневая лингвистическая модель формулировки цели – специфический ролевой фрейм «средства–результат», роли которого замещаются базовыми предметами или производными от них, детализированными фенотипом – функциональными свойствами (СФ), именными (СИ), характеристическими (СХ), физическими (СЗ). Модель реализована в языке цели *L* (указанные фрейм и фенотип – макроописатель и микроописатель *L*), задаваемом двухуровневой КСР-грамматикой [18], дополненной семантическими правилами межфразового и внутрифразового контекстов формулировки цели. Логическая модель формулировки цели – имплекативная формула, формируемая преобразователем лингвистической модели и предназначенная для оценивания истинностных значений целей в СЦ, идентификации субъективных ошибок анализа целей и имитации логически правильного целеполагания. Графосемантические модели тезауруса предметной области – отношений, определенных на базовых предметах и свойствах – и СЦ. Логико-лингвистическая модель рассуждений о целях, осуществляющая поддержку правильного формирования СЦ, выявляющая субъективные ошибки анализа/синтеза целей и корректное их устранение ЭК.

Рассмотрим методические средства и процедуры реализации этих моделей и примеры их использования, начиная с процедуры описания цели на языке *L*:

1) выделить в формулировке цели информативную часть (суждение). Составить в соответствии с макроописателем языка *L* предложение-цель из *n* ролевых фраз (назывные предложе-

ния),  $n \geq 1$ . Не использовать в ролевых фразах: союзы и предлоги, перечисленные в табл. 1; местоимения, прилагательные и причастия в субъективной функции; наречия, частицы, междометия; эллиптические конструкции; аббревиатуры, кроме заданных списком. Запрещенные фрагменты формулировок целей заменить семантическими эквивалентами, составленными из разрешенных частей речи.

Таблица 1

**Правила преобразования формулировки цели в предложение-цель**

Естественно-языковая формулировка цели	Предложение-цель (описание цели на языке $L$ )
<b>СОЮЗЫ:</b> <i>соединительные и сопоставительные</i> (И; И, И; А; ДА (в значении «и»); ТАКЖЕ; ТОЖЕ; КАК, ТАК И):	
– между фразами	Не включать, как выражающие отношение композиции ролевых фраз « <i>средство</i> »
– между свойствами (во фразе)	Не включать, как выражающие отношение композиции свойств в ролевой фразе
– между инфинитивами (во фразе)	При указании на стадии ЖЦ предмета добавить в ролевую фразу соответствующее имя и значение СЗ-свойства
<i>целевые</i> (между фразами): ЧТОБЫ; С ТЕМ, ЧТОБЫ; ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ и др.	Обычно указывают на ролевую фразу «конечный объект»; в случае опосредованного результата удалить данную фразу
<b>ПРЕДЛОГИ</b> (во фразе):	
ИЗ	Обычно указывает на ролевую фразу «исходный объект»
ДЛЯ	Обычно указывает на ролевую фразу «конечный объект»
НА (основе); ЗА (счет)	Обычно указывают на ролевую фразу « <i>средство</i> »

2) маркировать целевую фразу предложения-цели знаком  $G$ , выражающим ценность представленного в ней базового/производного предмета;

3) осуществить в соответствии с микроописателем языка  $L$  внутрифразовое упорядочение.

Приведем пример корректных  $L$ -описаний цели ( $\alpha$ ) «Создать механизированное оборудование и разработать технологию производства продукции из форели» и полагаемой в результате ее анализа (применения возможных в предметной области стратегий анализа (макроуровень: «целое–часть целевых фраз»; микроуровень: «род–вид» фраз «техника»; «род–вид» фраз «конечный объект» и «целое–часть» их базовых предметов)) непосредственно подчиненной ей в СЦ цели ( $\beta$ ) «Разработать механизированное оборудование для производства консервов «“Форель в масле”»»:

$\alpha$  – <Переработка:< $G3$  оборудование  $CX$  механизированное ><4 форель>< $G5$  технология ><7продукция  $C3$  стадия ЖЦ. произведенная>>,

$\beta$  – <Переработка:< $G3$  оборудование  $C\Phi$  консервирование  $CX$  механизированное  $C3$  стадия ЖЦ. разработка ><4 форель><7консервы  $SI$  “Форель в масле”  $C3$  стадия ЖЦ. произведенные>>.

где 3 (*техника*), 4 (*исходный объект*) и 5 (*технология производства*), 7 (*конечный объект*) – цифровые коды и имена ролей средств (3, 4, 5) и результата (7) фрейма «Переработка».

Соответствующие данным целям логические формулы имеют вид:

$$Gf_{\alpha 3} \wedge f_{\alpha 4} \wedge Gf_{\alpha 5} \supset f_{\alpha 7} \text{ и } Gf_{\beta 3} \wedge f_{\beta 4} \supset f_{\beta 7},$$

где  $f_{\alpha i}$  ( $i=3, 4, 5, 7$ ) и  $f_{\beta j}$  ( $j=3, 4, 7$ ) –  $i$ -е и  $j$ -е ролевые фразы предложений-целей  $\alpha$  и  $\beta$ .

В табл. 2 приведен пример таблицы с двумя частными результатами решения задачи анализа СЦД.

Таблица 2

**Результаты анализа функций и компонентов СЦД**

Предложение-цель	Функция СЦД	Наименование группы функций	Компонент СЦД
<< $G3$ ... $C\Phi$ консервирование>><4 форель>>	Консервирование форели	Консервирование	Консервный цех
<< $G3$ ... $C\Phi$ консервирование>><4 килька>>	Консервирование кильки		

**Заключение.** Использование изложенной в докладе методической основы объективизации логической составляющей системного анализа позволяет успешно решать поставленные задачи [22–25]. Использование разработанных в рамках ее средств частных методик системного ана-

лиза проблемных ситуаций, возникавших в последние годы в ряде секторов производственной сферы и окружающей среде, обеспечило существенное (до 10 %) снижение непроизводительных затрат на управление капиталоемкими организационно-техническими комплексами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **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.
2. **Optner S.** Systems Analysis for Business Management. New York: Prentice Hall, Inc., 1960. 190 p.
3. **Hall A.D.** A methodology for systems engineering. N.J.: D. Van Nostrand Company, Inc., 1965. 418 p.
4. **Лопухин М.М.** ПАТТЕРН – метод планирования и прогнозирования научных работ. М.: Сов. радио, 1971. 159 с.
5. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под.ред. **В.Н. Волковой, В.Н. Козлова**. М.: ВШ, 2004. 616 с.
6. **Романов В.Г., Клыков Ю.И.** Формирование дерева целей в системах ситуационного управления // Изв. АН СССР: Технич. кибернетика. 1974. № 5. С. 11–15.
7. Expert Choice for Collaborative Decision Making. URL: <http://www.expertchoice.com/2020>.
8. Инструментальное средство стратегического планирования ARIS BSC /Интегрированная среда ARIS. URL: <http://www.idsscsher.com/international/en>.
9. Программно-методический комплекс автоматизации управления в организациях «Инталев: Навигатор». URL: <http://www.intalevnavigator.ru/>.
10. SMARTGoalSetting. URL: <http://www.goal-setting-guide.com/smart-goals.html>.
11. GoalCentrix. URL: <http://www.archive.org>.
12. **Каплан Р.С., Нортон Д.П.** Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. 512 с.
13. **Lootsma F.A., Schuijt H.** The multiplicative ANP, SMART and ELECTRE in common context // Multi-Criteria Decision Analysis. 1997. Vol. 6. No. 4. p. 185–196.
14. **Лукьянова Л.М.** Логические проблемы системного анализа организационно-технических комплексов и основные направления их решения // Кибернетика и системный анализ. 2006. №3. С. 140–147.
15. **Лукьянова Л.М.** Теоретико-методологические основы структурно-целевого анализа и синтеза организационно-технических комплексов: монография. СПб.: Наука, 2006. 280 с.
16. **Лукьянова Л.М.** Целеполагание, анализ и синтез целей в сложных системах: модели и методы моделирования // Изв. РАН. Сер. Теория и системы управления. 2007. №5. С. 100–113; **Lukyanova L.M.** Definition, Analysis and Synthesis of Goals in Complex Systems. Simulation Models and Methods // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2007. Vol. 46, №5. p. 766–778.
17. **Федорченко Л.Н., Лукьянова Л.М.** Синтез распознавателя для КСР-языка // Вестник БГУ. Сер. Мат-ка, информатика. 2014. Вып. 9(2). С. 57–64.
18. **Лукьянова Л.М.** Автоматизация формирования системы целедостижения в организационно-технических комплексах производственной сферы // Известия КГТУ. Сер. «Экономические науки». Вып. «Экономика и управление». 2013. №30. С. 31–38.
19. **Воронин Т.А., Кунц Д.Е., Мочалов А.Г., Лукьянова Л.М.** Программное средство формирования «дерева целей» производственного комплекса // Балтийский экономический журнал. 2013. №1(10). С. 121–125.
20. **Лукьянова Л.М.** Процедурный аспект формирования системы целей организационно-технического комплекса производственной сферы // Балтийский экономический журнал. №1(11). 2014. С. 135–146.
21. **Лукьянова Л.М.** Методология автоматизированного формирования целей систем производственной сферы // Морские интеллектуальные технологии. № 3(37). Т. 1. 2017. С. 124–129.
22. **Лукьянова Л.М.** Аналитический отчет по проблемам рыбохозяйственного комплекса Калининградской области [Электронный ресурс]. Калининград: БФУ им. И. Канта, 2014. 27 с.
23. **Лукьянова Л.М.** Анализ проблем и целей системы водоснабжения и водоотведения городского округа «Город Калининград» // Балтийский экономический журнал. №4(24). 2018. С. 115–128.
24. **Лукьянова Л.М., Иванова К.В.** Анализ проблем загрязнения окружающей среды предприятиями строительной сферы и целей для их решения // Балтийский экономический журнал. №3(23). 2018. С. 101–110.
25. **Weldegiorgish T.K., Lukyanova L.M.** Problems and goals of the researching the population of the blue shark (*prionaceglauca*) 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. 190–197. URL: <http://catalog.inforeg.ru/Inet/GetEzineByID/326181>.

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

L.N. Fedorchenko (St. Petersburg Institute of Information Science and Automation Russian Academy of Sciences, St. Petersburg)

#### **Methodological Basis of Objectivation of the Systems Analysis Logical Component in the Production Sphere**

A significant weight of subjective models in systems analysis (SA) is discussed, the use of which reduces the degree of system correctness (logical coherence and completeness) of solutions generated in the SA. The relevance of the development of a methodological basis for objectifying the logical component of the SA based on the system-target approach and semiotic models of goals, a tree of goals and reasoning about goals has been substantiated. The formulation and solution of the logical problems by means of the specified methodological base development are given, as well as examples of its use.