

УДК 681.51:303.732+519.76

СТРУКТУРНО–ЦЕЛЕВОЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ СИСТЕМАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЫ

Л. М. Лукьянова,

кандидат технических наук

Калининградский государственный технический университет

Исследуется проблема повышения научно-технического уровня системного анализа при управлении рыбопромышленными объектами. Обсуждается возможный путь решения проблемы, основывающийся на структурно-целевой парадигме системного анализа. Рассматриваются постулаты, принципы, концепция поддержки структурно-целевого анализа и синтеза систем и ее реализация в полимодельной системе, основывающейся на логико-лингвистических формализациях.

The problem of bringing scientific level of systems analysis in control for fishing industry objects up to standard is studied. Possible way of problem decision based on a structure-and-purpose paradigm of systems analysis is discussed. Postulates, principles, conception of structure-and-purpose analysis support, and its realization based on logical-and-linguistic formalizations are outlined.

Введение

При управлении сложными системами в условиях существенной неопределенности широкое применение находит системный анализ. Он способствует выяснению причин проблемного функционирования систем, неравновесности и необратимости их состояний, обоснованию путей и оценке степени решения проблем. В системах производственной сферы, в которых деятельность людей осуществляется совместно с функционированием технических подсистем, системный анализ концентрирует внимание на соотношении коллективного целеполагания, целереализации и ее результатов [1].

Научный потенциал системного анализа, относимого к «техническим системным теориям» [2] или к специфическим методологиям и методическим схемам [1, 3, 4], и опыт его применения нашли отражение в разнообразных методиках, анализ которых осуществлен в [4, 5]. Методики направлены на упорядочение анализа и снижение степени его субъективности, однако их использование не может гарантировать требуемого качества его результатов [5].

Качество конечных результатов системного анализа зависит прежде всего от результатов его начальных этапов — систем проблем и целей, получаемых в большой мере на основе «здравого смысла» осуществляющих его лиц [1]. В существенно неопределенных ситуациях неформальный анализ часто приводит к логическим ошибкам в системах

проблем и целей. Ошибки целеполагания обуславливают синтез целереализующих систем (ЦРС), не способных решить возникшие проблемы. Цена ошибок может оказаться недопустимо высокой.

В этой связи роль качественной системно-аналитической информации в подготовке, принятии и исполнении программных, проектных, плановых решений в производственной сфере трудно переоценить и, учитывая заинтересованность руководства рыбной отрасли [5], представляется актуальным исследовать вопросы формализации системного анализа в рыбопромышленном секторе.

Постановка проблемы

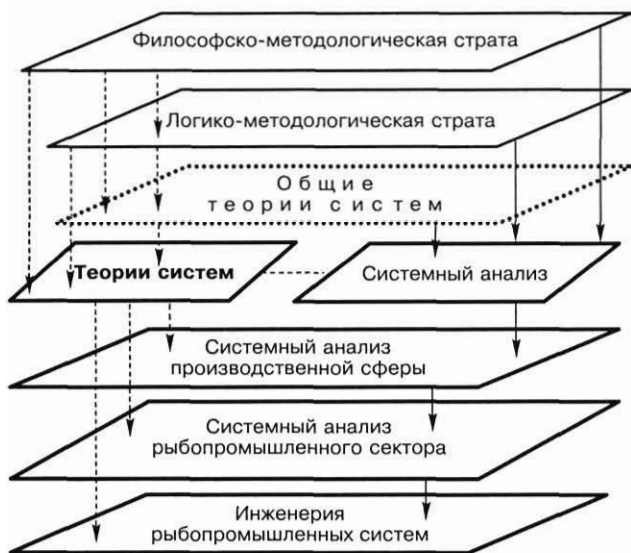
Системный анализ предполагает согласование отдельных представлений объекта в едином системном представлении путем итеративного использования неформальных и формальных методов и процедур. Однако из-за того, что он не располагает формализованными средствами получения и проверки взаимообусловленности и согласованности представлений, противоречия, в одном из них, не выявленные в результате анализа, влекут противоречивость последующих. На это обращается внимание в работе [1], и это установлено практикой системного анализа [5, 6].

Однако неудовлетворительное качество результатов системного анализа обусловлено не только

слабой формализованностью, а значит неконструктивностью его специфических методов. Оно предопределено недостаточной развитостью методологических регулятивов и частных методологий системного анализа в рамках общеметодологических средств [3, 7, 8]. Это подтверждается результатами анализа систем в производственной сфере и влечет обсуждаемую проблему, в частности, в ее рыбопромышленном секторе [6].

Для постановки проблемы была проанализирована классификационная схема системных исследований из работы [2]. Предложен вариант схемы, иллюстрирующий место системного анализа рыбопромышленных объектов в среде методологических, теоретических и инженерных средств, между компонентами которой имеют место отношения конкретизации/заимствования, обозначенные сплошными/штриховыми стрелками, а системный анализ представляет собой специфическую многоуровневую надстройку над общеметодологическим и теоретическим базисами (рис. 1). Основа первого базиса — материалистическая диалектика и диалектическая логика, второго — закономерности и модели, методы моделирования и анализа систем. Число уровней непосредственно системного анализа, по нашему мнению, определяется глубиной методологических и теоретических различий, обусловленных различиями в предметных областях и классах анализируемых систем.

При системном подходе к объектам рассматривают их различные аспекты [8], а, отмечая роль целей в системном анализе организаций [1, 2, 4, 8, 10], целевой аспект не выделяют и в качестве доминирующего определяют системно-структурный [10] или системно-функциональный [9] аспект. Но цели играют ведущую роль в управлении организациями производственной сферы, и использование опирающейся на целевой аспект систем пара-



■ Рис. 1. Стратификация системного исследования рыбопромышленных систем

дигмы системного анализа, дополнительно к общесистемной парадигме как «научно-философской исследовательской программе» [11], позволит повысить его конструктивность.

Системы производственной сферы создаются для достижения конечных целей, задаваемых их надсистемами, и являются средствами достижения этих целей [1]. Конечная цель в системе уточняется и конкретизируется. В случае сложной цели последняя рассматривается как система, требующая анализа. Для эффективного управления необходимо правильно анализировать сложные цели. Формируемые в ходе системного анализа системы *целей*, критериев *достижения целей*, функций *целереализующих* систем и самих ЦРС, структуры работ по достижению *целей* логически и семантически связаны. Логические связи определяются последовательностью этапов системного анализа, семантические — обусловлены доминированием целей, подтверждаемым их курсивным выделением.

Системы производственной сферы имеют, как правило, иерархическую структуру, вследствие чего возникающие в них сложные проблемы, выдвигаемые для решения таких проблем цели, функции ЦРС могут представляться в виде иерархических систем. Логико-семантическая формализация анализа таких систем создаст возможности определения их противоречивости, уменьшит степень субъективности их представления, число и масштаб логических ошибок в планах функционирования и программах развития систем.

Производственная сфера весьма динамична. Так, ее рыбопромышленный сектор существенно зависит от состояния сырьевой базы рыбного хозяйства, динамики складывающихся в Мировом океане ситуаций и спроса на производимую продукцию, что обуславливает ситуационную динамичность в выпуске продукции, технологическом обновлении и техническом перевооружении рыбной отрасли. Поэтому при выработке концепции решения обсуждаемой проблемы перспективна идея ситуационного управления [12], развитие и реализация которой позволит, настраиваясь на конкретную ситуацию, осуществлять моделирование слабо формализуемых начальных этапов системного анализа.

Научный аспект проблемы системного анализа в рыбопромышленном секторе производственной сферы обусловлен слишком общим характером предлагаемых системной методологией парадигм, принципов и концепций, слабой формализацией процедур моделирования отдельных системных представлений и увязки получаемых моделей в многомодельные представления систем, неадекватностью реальному миру логических моделей и методов формализованного анализа систем [1–11, 13–15]. Поэтому такие представления могут быть в большей степени комплексными, нежели системными, противоречивыми и неполными. Практический аспект проблемы связан с недостаточной разработанностью методических схем, общим или частным и жестким характером методик и информационно-программных средств, не обеспечивающих

эффективный анализ рыбопромышленных систем и качество его результатов [5, 6].

Сформулируем проблему системного анализа в рыбопромышленном секторе производственной сферы как разработку повышающих его научно-технический уровень методологических, теоретических и практических средств мониторинга и анализа целеполагания и целереализации.

Определение организационной системы производственной сферы

Понятие «система» в системном анализе является ключевым. Известно много определений системы [1, 2, 4, 8–10, 16, 17], различная общности которых порождает множественные интерпретации, не способствует конструктивизации анализа систем конкретных классов и может приводить к противоречивым системным представлениям.

Для формирования конструктивного определения системы производственной сферы в качестве базовых используем определения системы из работ [1, 17], дополнив их выделенными при анализе обзоров определениями системы в [2, 4], характеризующими организационные системы и необходимыми в контексте их анализа семантическими множителями: «цель», «свойство», «наблюдатель». Введя обозначения, определим систему (S_i) как совокупность частей (\mathfrak{A}), находящихся в отношениях и связях друг с другом (R), которая образует определенную целостность, единство.

Будем задавать систему как целостность Θ :

$$S_0 = \langle \Theta \rangle, \quad (1)$$

обуславливающую закономерности системы [17, 18] и выражающую:

— целевую обособленность и единство системы со средой $\mathfrak{C}^{CP\Theta}$ по соотношению «конечная_цель_системы (\mathfrak{C})—актуальная_среда (CP)»;

— целесообразные структуры системы $\mathfrak{C}^{CTP\Theta}$, определяемые их общеструктурными свойствами $\mathfrak{C}^{CTP\mathfrak{C}}$ по соотношению «конечная_цель_Ц-структура (CTP)» и тем самым определяющую системные свойства $S_{C_j} \in \mathfrak{C}$, $j = 1, 2, \dots, m_S$, где m_S — число свойств, в том числе важнейшее для достижения конечной цели \mathfrak{C} функциональное свойство системы S_{C_1} ; или как ц е л о е:

$$S_1 = \langle \mathfrak{A}, R, \mathfrak{C} \rangle, \quad (2)$$

где \mathfrak{A} — множество частей, $\mathfrak{A} = \{a_i\}$, $i = 2, 3, \dots, n_{C\mathfrak{A}}$, $n_{C\mathfrak{A}}$ — число частей, определенных на множестве свойств \mathfrak{C} , $\mathfrak{A}\mathfrak{C} = \{a_i\mathfrak{C}_j\}$, $j = 1, \dots, m_{C\mathfrak{A}}$, $m_{C\mathfrak{A}}$ — число свойств; R — множество базовых (основных и простых) отношений, $k = 1, 2, \dots, n_R$, n_R — число отношений между a_i , определенное на множестве свойств $\mathfrak{R}\mathfrak{C}$, $\mathfrak{R}\mathfrak{C} = \{R_l\mathfrak{C}_j\}$, $R_l\mathfrak{C}_j$ — l -е свойство отношения, $l = 1, 2, \dots, m_{CR}$, m_{CR} — число свойств; при этом $R = \mathfrak{R} \cup \mathfrak{R}^2$, $\mathfrak{R} \cap \mathfrak{R}^2 = \emptyset$, $\mathfrak{R}^2 \neq \emptyset$, \mathfrak{R}^2 — множество структурообразующих связей, формирующих более сложные части из менее сложных и образующих структуры системы, а \mathfrak{R} — множество неструктурных отношений.

Таким образом, в результате уточнения компонентов в выражении (2) имеем:

$$S_2 = \langle \mathfrak{A}(\mathfrak{A}\mathfrak{C}); \mathfrak{R}(\mathfrak{R}\mathfrak{C}), \mathfrak{R}^2(\mathfrak{R}^2\mathfrak{C}); \mathfrak{C}^{CP\Theta}, \mathfrak{C}^{CTP\Theta}, \mathfrak{C} \rangle. \quad (3)$$

При определении целесообразных структур системы будем учитывать, что в системе могут использоваться или создаваться различные (i -е) структуры, в построении которых участвуют, возможно, не все, а лишь некоторые элементарные целостности $i\mathfrak{A}(i\mathfrak{A}\mathfrak{C})$, $i\mathfrak{A}(\mathfrak{A}\mathfrak{C}) \subseteq \mathfrak{A}(\mathfrak{A}\mathfrak{C})$ и связи $i\mathfrak{R}(\mathfrak{R}\mathfrak{C})$, $i\mathfrak{R}(\mathfrak{R}\mathfrak{C}) \subseteq \mathfrak{R}(\mathfrak{R}\mathfrak{C})$, определенные в соответствующих пространствах свойств [в предельном случае имеет место совпадение множеств: $i\mathfrak{A}(i\mathfrak{A}\mathfrak{C}) = \mathfrak{A}(\mathfrak{A}\mathfrak{C})$, $i\mathfrak{R}(\mathfrak{R}\mathfrak{C}) = \mathfrak{R}(\mathfrak{R}\mathfrak{C})$]. Будем задавать i -ю структуру системы, реализующую цель \mathfrak{C} , $i(\mathfrak{C} - CTP)$, следующей тройкой компонентов:

$$i(\mathfrak{C} - CTP) = \langle i\mathfrak{R}(\mathfrak{R}\mathfrak{C}); i\mathfrak{A}(\mathfrak{A}\mathfrak{C}); i(\mathfrak{C} - CTP)\mathfrak{C} \rangle, \quad (4)$$

где $i(\mathfrak{C} - CTP)\mathfrak{C}$ — обозначает множество свойств структуры, $i(\mathfrak{C} - CTP)\mathfrak{C} = \{i(\mathfrak{C} - CTP)\mathfrak{C}_j\}$, $i(\mathfrak{C} - CTP)\mathfrak{C}_j$ — j -е свойство, $j = 1, 2, \dots, f$, f — количество свойств; $i\mathfrak{R}\mathfrak{C}$ — обозначает множество свойств структурообразующих отношений, $i\mathfrak{R}\mathfrak{C} = \{i\mathfrak{R}\mathfrak{C}_j\}$, $i\mathfrak{R}\mathfrak{C}_j$ — j -е свойство, $j = 1, 2, \dots, p$, p — количество свойств.

Для выражения статического аспекта организационных систем определения (1)–(4) обладают большей конструктивностью по сравнению с определением (2). На пути формализации семантики компонентов в (1)–(4) может быть привнесена еще большая конструктивность и устранена некоторая неопределенность.

Выражения (1)–(4) полагаются объективно характеризующими систему. Аналитик (A) как наблюдатель определяет систему A -субъективно, например:

$$S_{13} = \langle \mathfrak{A}_A, R_A, \mathfrak{C}_A \rangle. \quad (2')$$

Состав и содержание определяющих систему компонентов с течением времени могут изменяться. Во-первых, меняются сами системы. Случай изменения \mathfrak{A} , R , $\mathfrak{C}^{CP\Theta}$, $\mathfrak{C}^{CTP\Theta}$ при неизменных \mathfrak{C} свидетельствует об эволюции и самоорганизации системы, а «революционное» преобразование системы изменяет ее как целостность Θ , меняя и \mathfrak{C} . Во-вторых, уточняется знание о системах. Целесообразно поэтому, чтобы в системных представлениях наша отражение не обязательно синхронная, онтологическая и гносеологическая динамика систем. Это можно учесть, закрепив за ними изменения системы на основе (1)–(4) и (1')–(4') соответственно и введя фактор времени t .

В связи с изложенным предлагается следующая двухэтапная (I : целостность $\rightarrow II$: целое), а на каждом этапе онтологическая (S_{12}) и гносеологическая (S_{13}) формализации системы S , статическое представление которой имеет вид:

$$I. S_{02} = \langle \mathfrak{C}^{CP\Theta}, \mathfrak{C}^{CTP\Theta}, \mathfrak{C} \rangle \\ \text{и } S_{03} = \langle \mathfrak{C}^{CP\Theta}_A, \mathfrak{C}^{CTP\Theta}_A, \mathfrak{C}_A \rangle. \quad (5)$$

$$\text{II. } S_{22} = \langle \mathfrak{E}(\mathfrak{C}); {}^1R({}^1RC), {}^2R({}^2RC); \\ \text{ц-ср}\Theta, \text{ц-ср}\Theta, S_C \rangle; \quad (6)$$

$$S_{23} = \langle \mathfrak{E}_A(\mathfrak{C}_A); {}^1R_A({}^1RC_A), {}^2R({}^2RC_A); \\ \text{ц-ср}\Theta_A, \text{ц-ср}\Theta_A, S_{C_A} \rangle.$$

На синтаксическом уровне формализации компоненты в выражениях (5)—(6) (*экстенционально*) обозначают те или иные объекты, а на семантическом уровне (*интенционально*) выражают их смысл. Для того чтобы в соответствии с (5)—(6) задать систему, необходимо вначале определить ее как целостность, установив по $\text{ц-ср}\Theta$ ее конечную цель \mathfrak{C} . Затем поставить в соответствии \mathfrak{C} функциональное свойство системы S_C , определив таким образом функцию системы Φ . Задав другие, необходимые и достаточные, свойства системы как целостности, доопределить S_C (отметим сопоставимость S_C с атрибутивным концептом [16]).

Затем следует определить систему как целое. Основываясь на понятийном базисе предметной области, задав реляционный базис системы $R(RC)$ и формализовав семантику отношений [5], надо проанализировать \mathfrak{C} , получив на этапе целеполагания системно-структурное представление целей, в том числе в критериальной форме. Проанализировав в соответствии со структурой целей S_{C_1} , определить состав функции Φ и, выбрав подходящий по функциональным свойствам состав $\mathfrak{E}(\mathfrak{C})$ системы, по системно-функциональному представлению сформировать ЦРС. Наконец, получить системно-структурное представление целереализации с обратным по отношению к аналогичному представлению целеполагания ходом времени.

Интерпретируемые таким образом (5)—(6) через обуславливающие целостность Θ закономерности: *строения*, определяемые структурообразующими отношениями ${}^1R({}^1RC)$; *функционирования*, определяемые функциональным свойством S_{C_1} ; *целеполагания*, определяемые через неявно задаваемую посредством Θ конечную цель \mathfrak{C} , — все еще не обеспечивают полной конструктивности определения для системного представления и анализа. Степень конструктивности определения может быть повышена явным заданием конечной цели системы, доопределением временного периода T — определения задачи по терминологии [1], а также заданием результатов системно-структурного анализа \mathfrak{C} и ЦРС.

Структурно-целевая парадигма системного анализа в производственной сфере

Расширительное толкование выражений (5)—(6) способствовало выработке парадигмы системного анализа в производственной сфере, основывающейся на двух определяющих концептах целост-

ности организационных систем — цели и целесообразных структурах, при доминирующей роли первого концепта.

Действительно, при системном анализе имеют место попарные семантические трансформации: между проблемами и целями как отрицаниями проблем [5], между целями и критериями их достижения как правилами, включающими описание целей, между целями, в которых нередки ссылки на реализующие их средства с указанием функциональных свойств средств [5], и функциями ЦРС, между структурами целеполагания (ЦП), получаемыми в ходе анализа конечных целей $\text{ц}^{\text{П}}\text{СЦ}$, и синтезируемыми на этапе целереализации (ЦР) структурами $\text{ц}^{\text{Р}}\text{СЦ}$. При этом, как правило, имеет место изоморфизм структур проблем (СП), целей, критериев, функций, на что обращается внимание в работе [10] и что подтверждается практикой системного анализа [6]. Так как в производственной сфере цели и их структуры определяют функционирование и развитие систем, программы, планы и их исполнение, использование в качестве методологического регулятива структурно-целевой парадигмы системного анализа будет способствовать повышению его корректности.

Постулаты структурно-целевого анализа систем производственной сферы

Для повышения степени объективности и избежания паралогизмов системного анализа необходима, как следует из предыдущих рассуждений, формализация логического аспекта его доминантной, целевой составляющей. При этом, как показано в работах [5, 18], целесообразно частично-формальное (лингвистическое) описание целей лицом, выдвигающим цели и генерирующим гипотезы о связях между целями в СЦ. Логическая же система должна проверять непротиворечивость гипотез, а в случае их опровержения — вырабатывать рекомендации по устранению ошибок. В ходе такого рассуждения осуществляется постепенная логико-лингвистическая формализация конечной цели, корректно уменьшается ее сложность и повышается определенность, что выражено в следующих постулатах.

Постулат 1. Моделирование логического анализа целей, основывающегося на лингвистических моделях целей, семантике целей и отношений между ними, и получаемые в результате такого моделирования структуры целей определяют соответствующие ЦРС производственной сферы.

Постулат 2. Система ситуационного логического анализа целей обеспечивает непротиворечивость рассуждений о целях и получаемых в результате таких рассуждений структурах целей, а настройка системы на предметную область — проверку их полноты.

Принципы структурно-целевого анализа-синтеза организационных систем производственной сферы

Междисциплинарное исследование ЦП и ЦР, опирающееся на закономерности ЦП [5], иерархические структуры, семантику целей, логических и структурных отношений между целями в СЦ, выбранный наиболее эффективный класс методов выявления паралогизмов в структурах проблем и целей (K^{232} [20]) и постулаты 1, 2, способствовало выработке следующих принципов структурно-целевого анализа-синтеза систем.

1. Структуры проблем, целей, критериев достижения целей, ЦРС, их функций, графиков ЦР и их составляющие логически и семантически связаны.

2. Для практического рассуждения о проблемах/целях и оценки СЦ наиболее целесообразен чело-веко-машинный анализ-синтез проблем/целей.

3. Структурно-целевой анализ проблем/целей.

3.1. Логический анализ проблем/целей обеспечивается посредством формализации вывода лингвистически представленных проблем/целей.

3.1.1. Моделирование проблем/целей обеспечивается посредством лингвистической формализации формулировок проблем/целей.

3.1.2. Моделирование базовых знаний об анализе базируется на структурно-лингвистической формализации тезауруса предметной области.

3.1.3. Моделирование анализа проблем/целей базируется на логико-семантической формализации вывода проблем/целей на основе тезауруса.

3.1.3.1. Непротиворечивость получаемых в результате анализа СП/СЦ обусловлена логическим выводом.

3.1.3.2. Полнота СП/СЦ обусловлена выводом всех возможных проблем/целей в соответствии с ситуационной проекцией тезауруса.

3.1.4. Моделирование результатов структурно-анализа проблем/целей обеспечивается структурно-лингвистической формализацией СП/СЦ.

3.2. Оценка структур и систем обеспечивается посредством логико-семантической формализации данных понятий и математических методов.

4. Структурно-целевой синтез систем.

4.1. Синтез главной проблемы/цели системы обеспечивается посредством логико-лингвистической формализации ее проблем/целей.

4.2. Синтез целей в критериальной форме описания (критериев К) обеспечивается их формализацией в соответствии с принципом 3.1.1.

4.3. Синтез функций Ф для осуществления целей СЦ обеспечивается формализацией их соответствия СФ-свойствам целей-средств по принципу 3.1.1.

4.4. Синтез ${}^{\text{ЦР}}\text{СЦ}$ обеспечивается посредством формализации соответствия ${}^{\text{ЦП}}\text{СЦ} \rightarrow {}^{\text{ЦР}}\text{СЦ}$.

4.5. Непротиворечивость графиков ${}^{\text{ЦР}}\text{СЦ}$ обеспечивается принципом 4.4.

5. Восприятие интерфейсных средств системы поддержки структурно-целевого анализа-синтеза обеспечивается учетом возможностей человека.

Концепция поддержки структурно-целевого анализа-синтеза систем основывается на предложенных выше принципах.

Трехкомпонентная семиотическая система $S_{\text{СП/СЦ}}$ [20], реализующая принцип 3.1, включает формальную подсистему анализа куста проблем/целей $S_{\text{КП/КЦ}}$, Ш-механизм, настраивающий $S_{\text{КП/КЦ}}$ на текущую ситуацию на кусте проблем/целей, О-преобразователь лингвистических представлений проблем/целей в логико-лингвистические формулы и наоборот (принцип 3.1.3). Принцип 3.1.2 реализуется моделью М базовых знаний о предметной области [5, 20]. Интеллектуальный интерфейс с $S_{\text{СП/СЦ}}$ реализован посредством языка описания проблем/целей $L_{\text{ин}}^1$ [5] (принцип 3.1.1), а входной интерфейс с базой знаний — с помощью языка $L_{\text{ин}}^2$ как упрощенной версии $L_{\text{ин}}^1$ (принцип 3.1.2). Посредством $L_{\text{ин}}^1$ семиотическая система получает лингвистические описания проблем/целей, преобразует их с помощью О-преобразователя в логические формулы и посредством формальной подсистемы $S_{\text{КП/КЦ}}$ проверяет корректность текущего куста СП/СЦ. Ш-механизм настраивает $S_{\text{КП/КЦ}}$ на анализ текущего куста, используя соответствующую проекцию М в качестве собственных доменов и возможных связей между ними. Если проверяемый куст противоречив или неполон, $S_{\text{КП/КЦ}}$ идентифицирует ошибку и формирует рекомендацию по ее исправлению. Язык описания структур проблем/целей L_{out} реализует принцип 3.1.4 и осуществляет интерфейс с базой СП/СЦ. Он основывается на теоретико-графовой древовидной модели, узлы которой описаны в $L_{\text{ин}}^1$, и теоретико-множественном языке для описания семантически сложных дуг [20].

Система оценивания целей и СЦ использует методы оценки значимости целей, свойств СЦ и выбора альтернативных решений по целям [14] (принцип 3.2). Система анализа критериев К достижения целей использует СЦ — главный критерий сопоставляется главной цели, локальные — локальным целям СЦ (принцип 4.2). Система анализа функций также использует СЦ (принцип 4.3). Для каждой цели СЦ определяется функция ЦРС, полученное множество функций систематизируется — функции группируются по признакам: субъект-объект, уровень и функция управления, характер производства и «жизненный цикл» продукции и др. Затем выделяются функции управляющей и управляемой подсистем и в соответствии с общепринятыми правилами и нормами осуществляется группировка функций внутри каждой из подсистем ЦРС. Частично-формальный метод синтеза двух/трехуровневой структуры ЦРС описан в работе [20]. Структура ${}^{\text{ЦР}}\text{СЦ}$ строится как ${}^{\text{ЦП}}\text{СЦ}$ с обратным ходом времени (принцип 4.2).

Структуры целей рыбопромышленных систем

Среди определенных на целях СЦ отношений выделены две группы: структурные (${}^1\mathbf{R} \subseteq {}^1\mathbf{R}$) и неструктурные (${}^2\mathbf{R} \subseteq {}^2\mathbf{R}$). К структурным в соответ-

ствии с принципом иерархичности [5, 20] отнесены отношения, задающие строгий порядок на целях. При этом отношению связанности целей поставлена в соответствие связанность СЦ ($\mathcal{C}^{\text{стр}} \mathbf{C}_1 \in \mathcal{C}^{\text{стр}} \mathbf{C}$). Неструктурные отношения представлены двумя подгруппами — вспомогательными, анализирующими непротиворечивость и полноту СЦ, и дополнительными, используемыми при уточнении СЦ [20].

Отношения непротиворечивости целей в соответствии с принципом 3.1.3.1 выражают выводимость целей. Отношение полноты СЦ в соответствии с принципом 3.1.3.2 выражает полноту сопоставимых подцелей кустов СЦ [20].

Дополнительное отношение значимости целей используется для анализа состава целей уже построенной непротиворечивой и полной СЦ. Такой анализ проводится в случае ограниченных ресурсов на достижение целей, для получения ресурсно уточненной СЦ⁰, непротиворечивой, но не полной [20].

Анализ рыбохозяйственной деятельности и ее целей [5, 6] позволил уточнить состав и семантику базовых отношений между целями. В соответствии с принципами 3.1.3.1–3.1.3.2 в структурах целей рыбопромышленных систем определены базовые отношения с именами \mathcal{O}^1 :

— подчинения (${}^{11}\mathbf{R} \subset {}^{11}\mathbf{R}$): «результат—средство» (I_1), «целое—часть» (I_2), «род—вид» (I_3), «ранг—субранг» (I_4), «система—аспект (системы)» (I_5), «элемент—стадия_ЖЦ(элемента)» (I_6), так что множество имен отношений подчинения целей $I^n = \{I_j\}, j = \{1, \dots, 6\}$;

— сопоставимости: «средств» (I_7), «частей» (I_8), «видов» (I_9), «субрангов» (I_{10}), «аспектов» (I_{11}), «стадий_ЖЦ» (I_{12}), так что множество имен отношений сопоставимости целей $I^{\text{сп}} = \{I_j\}, j = \{7, \dots, 12\}$;

— полноты: «средств» (I_{13}), «частей» (I_{14}), «видов» (I_{15}), «субрангов» (I_{16}), «аспектов» (I_{17}), «стадий_ЖЦ» (I_{18}), так что множество имен отношений полноты целей $I^n = \{I_j\}, j = \{13, \dots, 18\}$. При этом $\mathcal{O}^1 = \{I^n, I^{\text{сп}}, I^n\}$.

В соответствии с базовыми тактиками структурного ЦП [20] определены базовые структурные элементы СЦ и их свойства. Расчленение сложной цели по тактике *стратифицирования* производится с помощью отношения с именем I_5 или I_6 , по тактике *эшелонирования* — посредством отношения с именем I_4 , а при использовании тактики *расчленения* — на основе отношения с именем I_1, I_2 или I_3 . Показано, что все базовые и производные тактики структурного ЦП обеспечивают формирование строгого порядка на целях СЦ [5, 20].

В качестве дополнительных отношений A^j используются: регистрирующие ошибки целеполагания отношения с именами \mathcal{O}^1 , формирующие рекомендации по исправлению ошибок ЦП активные отношения с именами I^a и отношения значимости с именами I^b , так что $A^j = \{\mathcal{O}^1, I^a, I^b\}$ [20].

Определения отношений подчинения $\mathbf{R}^n \subset {}^{11}\mathbf{R}$, непосредственного подчинения, соподчинения, а также сопоставимости целей $\mathbf{R}^{\text{сп}}$ в кусте целей СЦ, непротиворечивой по вертикали и горизонта-

ли, полной, допустимой, ошибочной и ресурсно уточненной СЦ приведены в [20].

Поскольку семантика проблем, целей, критериев и функций ЦРС коррелирована, к структурам проблем, критериев и функций ЦРС применимы приведенные здесь результаты исследования структур целей. Для каждого сектора производственной сферы необходимо уточнить набор базовых тактик структурного ЦП и, руководствуясь принципами 3.1.3.1 и 5 и отраслевыми тезаурусами, сформировать базовые кусты целей и канон СЦ, являющийся образцом последовательного членения целей на определенный временной период. Таким образом в соответствующем секторе регламентируются семантика структурообразующих отношений и логика СЦ.

Одна из методик формирования канона СЦ разработана практикой СА рыбохозяйственной деятельности [5, 6]. Методика предполагает построение и использование стратегической структуры целей рыбной отрасли. Канон СЦ формируется, исходя из стратегической СЦ посредством систематизации и обобщения составляющих ее целей, уточнения семантики отношений подчинения, соподчинения и полноты целей. Базовые кусты СЦ, выражающие общие закономерности ЦП в секторе производственной сферы, используются при анализе функционирования и развития его систем. Каноны СЦ, являющиеся более жесткими структурами и характеризующие закономерности систем на определенном временном интервале, более полезны при анализе функционирования систем. Процедура построения канона структуры целей и пример канонической СЦ рыбной отрасли приведены в работе [5].

Языки описания проблем и целей рыбопромышленных систем

Как показал анализ, наиболее адекватным для реализации L_{in}^1 является фреймовый язык [5], имеющий структуру, аналогичную «матрешке», что позволяет легко представлять как отдельные, так и две или более непосредственно связанные проблемы/цели. Присущая фреймовым представлениям регулярность уменьшает разнообразие процедур их обработки по сравнению с другими языками. L_{in}^1 базируется на двухуровневой лингвистической модели формулировки проблемы/цели, макроописатель которой есть настраиваемый по составу ролей, выражающих функциональную формулу рыбохозяйственной деятельности, ролевой фрейм. Микроописатель — описатель замещающих роли понятий ($\mathcal{A}_i \in \mathcal{A}$), определенных в пространстве свойств ($\mathcal{C}_j \in \mathcal{C}$), посредством которых детализируется и упорядочивается внутриволевое (фрагментное) описание. Свойства разбиты по видам на пересекающиеся группы, состав которых определяется предметной областью и их декомпозиционными возможностями. Из-за избыточности естественно-языковых формулировок предусмотрено выделение в них проблемных/целевых частей спе-

циальными указателями. Роль, вид свойства и указатели выражают обобщенную, а термины предметной области — предметную семантику проблем/целей. Макроописатель проблемы/цели — фрейм «средства—результат» имеет вид:

<< 1: агенс > < 2: технология управления >
 < 3: техника > < 4: исходный (7) объект >
 < 5: технология производства > < 6: место >
 < 7: конечный объект >>

а в общем случае: << $u^i \dots$ > [[< $u^j \dots$ >] ...] >, где u^i — указатель r_i -й роли, $i, j = \{1, \dots, n\}$, $U^r = \{u^r\}$.

Фрейм настраивается на каждый вид деятельности, определяемый характерным для него результатом. Например, операция «переработка сырья и полуфабрикатов» имеет результатом роль 7. На основе (7) цель «создать оборудование для производства пищевой и технической продукции из рыбы» имеет вид: <<3 создать оборудование> <4 рыба> <7 пищевая и техническая продукция>>. Целевые фразы распознаются по отношению «быть целью», на которое обычно указывают глаголы в неопределенной форме (например, создать). Поскольку кроме функции указания на цель они идентифицируют операцию по целереализации (создание), эти функции разделены и в L_{in}^1 эксплицируются так: первая — снабжением целевой фразы указателем цели G, вторая — определением стадии жизненного цикла (ЖЦ) получения соответствующего результата. Тогда рассматриваемая цель примет вид: <<G 3 оборудование ЖЦ создание> < 4 рыба > <7 пищевая и техническая продукция>>. Соответственно «проблемные» фразы помечаются в L_{in}^1 указателем проблем H.

Упорядочивающий фразовую форму и эксплицирующий семантику фраз микроописатель основывается на терминах t_1/t_2 : $\langle t_1 \rangle / \langle t_2 \rangle ::= \langle u^r \rangle$ <БЭ> / < u^{sj} > <БС>, где u^{sj} — указатель s_j -го вида свойства, $j = \{1, 2, \dots, m\}$, m — число видов свойств (по умолчанию $m = 4$, u^{s1} (или СХ) — указатель характеристического свойства; u^{s2} (или СФ) — функционального; u^{s3} (или СЗ) — физического; u^{s4} (или СИ) — именного [5]), $U^s = \{u^{sj}\}$. Имея набор базовых элементов (БЭ)/свойств (БС), на основе микроописателя получают описания производных элементов (ПЭ)/свойств (ПЭ) необходимой степени детализации. Приведем пример правила описания предложения—цели c в языке L_{in}^1 :

$\langle c \rangle ::= \langle G u^r \text{БЭ} [u^{sj} \text{БС} [[, \text{БС}] \dots] \dots] \rangle$
 $[\langle G \rangle u^r \text{БЭ} [u^{sj} \text{БС} [[, \text{БС}] \dots] \dots] \dots] \rangle$.

Макро- и микроописатель совместно с методикой перехода от ЕЯ-формулировки к L_{in}^1 -описанию [5] обеспечивают удобный интеллектуальный интерфейс и возможность формализованной обработки полученных описаний. Обобщенная семантика проблемы/цели задается следующими компонентами: (H, U^r , U^s)/(G, U^r , U^s), а предметная семантика определяется множеством базовых элементов ${}^oP^1$ и базовых свойств ${}^oP^2$. В [5; 20] формально определены основные типы целей/проблем производственных систем.

Структурно-целевой анализ и синтез проблем и целей

Ядром семиотической системы логико-лингвистического анализа проблем/целей и моделирования СП/СЦ $S_{сп/сц}$ [20] является подсистема анализа куста проблем/целей $S_{кп/кц}$, $S_{кп/кц} = \langle V, B, A, P \rangle$, где V — «алфавит», включающий множества описанных в L_{in}^1 и переведенных в логическую форму ролевых фраз предложений—проблем/целей и имен семантических отношений $I = \{^oI, ^oI, I^a\}$; B — множество синтаксических правил; A — множество аксиом, $A = A_1 \cup A_2$, $A_1(A_2)$ — множество неизменяемых (изменяемых) аксиом; A_1 включает полное множество аксиом логики утилитарных оценок А. А. Ивина [5]; A_2 включает схемы собственных аксиом $S_{кп/кц}$, выражающих утверждения об анализируемой проблеме/цели, о семантических отношениях на фразе проблема—подпроблема/цель—подцели и допустимых комбинациях таких отношений; P — схемы вывода.

Полная семантика $S_{кп/кц}$ построена на основе модифицированной модели Крипке, разработанной Г. С. Осиповым [5], $-K = \langle K_1, K_2 \rangle$, компонент K_1 которой определяет постоянную (внутреннюю), а компонент K_2 задает переменную (внешнюю) семантику системы, определяемую в соответствии с M .

На вход $S_{сп/сц}$ поступают лингвистические представления, а на вход $S_{кп/кц}$ — преобразованные в логические, в общем случае импликативные, формулы, L_{in}^1 — описания предложений — проблем/целей, антецедент которых в общем случае — конъюнкция фраз f_i , $i = \{1, 2, \dots, n\}$ с ролями «средство», а консеквент — фраза f_{n+1} с ролью «результат» (ею может быть, например, фраза «конечный объект»).

Исходя из предположения об истинности проблемы/цели анализируемого куста СП/СЦ, $S_{сп/сц}$ посредством $\Psi_{V,B,A}$ настраивает $S_{кп/кц}$ на очередной такт функционирования, актуализируя необходимую/допустимую проекцию понятийно-реляционного базиса внешней для $S_{кп/кц}$ модели M . $S_{кп/кц}$ на основе M анализирует непосредственную выводимость подпроблема/подцели куста СЦ из его проблемы/цели, формируя в качестве результата такта своего функционирования непротиворечивый и полный куст проблем/целей.

При функционировании $S_{сп/сц}$ использует семантические отношения, задаваемые в отличие от традиционных парами $\langle I_j, R_j \rangle$, в которых компонент I_j — имя отношения, $I_j \in I$, а I — множество имен, выражающих реляционный базис предметной области, отношений как закономерности формирования кустов объектов ($I \subset V$). Поэтому m -местному отношению в $S_{сп/сц}$ соответствует $(m + 1)$ -местное, записываемое как $I_j(f_1, \dots, f_m)$ семантическое отношение, имя которого выступает в роли предметной переменной. Это дает возможность использования имен семантических отношений в формулах первой ступени как в качестве свободных, так и связанных переменных.

Такт функционирования $S_{сп/сц}$ состоит в пошаговой работе $S_{кп/кц}$, которая не изменяется во время анализа куста проблем/целей. Один шаг есть

производимый по схеме $p_1 \mid \Rightarrow p_2$ вывод, где p_1 и p_2 — проблемы/цели, а условиями применимости правила вывода являются возможные в соответствии с M семантические отношения между p_1 и p_2 . Вывод для пары $\langle p_1, p_2 \rangle$ основывается на гипотезе об имплицативной связи $p_1 \rightarrow p_2$, в которой p_1 полагается истинной (а соответствующий результат — абсолютно ценным). Истинностное значение $p_1 \rightarrow p_2$ анализируется по M , и в случае истины по правилу отделения устанавливается истинность p_2 . Ложность $p_1 \rightarrow p_2$ означает противоречие с базовыми знаниями; в этом случае $S_{кп/кц}$ синтезирует и выводит в соответствии с M рекомендуемую p_2' . Вывод упрощен за счет классификации ситуаций на целях [20]. Для представления резуль-

татов функционирования $S_{сп/сц}$ используются графо-лингвистические модели [5, 19, 20].

Заключение

Примеры структурно-целевого анализа систем приводятся в работах [5, 6, 19, 20]. Предложенные средства использовались при анализе программ развития рыбной отрасли, проблемных ситуаций в отраслевом технологическом оборудовании и в региональных рыбопромышленных системах. Качество результатов структурно-целевого анализа систем подтверждено экспертизой и практикой решения проблем рыбной отрасли.

Литература

1. **Проблемы** программно-целевого планирования и управления / Под ред. Г. С. П о с п е л о в а. — М.: Наука, 1981. — 464 с.
2. **Садовский В. Н.** Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. — М.: Наука, 1974. — 260 с.
3. **Гвишиани Д. М.** Материалистическая диалектика — философская основа системных исследований // Системные исследования. Методологические проблемы. — М.: Наука, 1979. — С. 13–16.
4. **Денисов А. А., Волкова В. Н.** Основы теории систем и системного анализа. — СПб.: СПбГУ, 2001. — 512 с.
5. **Лукьянова Л. М.** Системный анализ: Структурно-целевой подход. — Калининград: КГТУ (Госкомрыболовство РФ), 2001. — 234 с.
6. **Исследование** технологий анализа систем: системный анализ рыбопромышленного комплекса // Отчет о НИР. № Гос. рег. 01.20.00 06420, инв. № 02.20.02 06264; Руков. Л. М. Л у к ъ я н о в а. — Калининград, КГТУ, 2002. — 87 с.
7. **Щедровицкий Г. П.** Принципы и общая схема методологической организации системно-структурных исследований и разработок // Системные исследования. Методологические проблемы. — М.: Наука, 1981. — С. 193–226.
8. **Афанасьев В. Г.** Общество: системность, познание и управление. — М.: Политиздат, 1981. — 432 с.
9. **Сетров М. И.** Основы функциональной теории организаций. — Л.: Наука, 2002. — 164 с.
10. **Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.** Введение в системный анализ. — М.: Высшая школа, 1989. — 367 с.
11. **Садовский В. Н.** Становление и развитие системной парадигмы в Советском Союзе и в России во второй половине XX века // Системные исследования. Методологические проблемы. — М.: Наука, 2001. — С. 7–35.
12. **Поспелов Д. А.** Ситуационное управление. Новый виток развития // Изв. РАН: Теория и системы управления. — № 5. — 1995. — С. 152–158.
13. **Сараева И. Н., Уемов А. И.** К проблеме взаимоотношения и интеграции системных теорий // Системные исследования. Методологические проблемы. — М.: Наука, 1986. — С. 79–96.
14. **Saaty T., Kearns K.** Analytical planning: The organization of systems. — N. J., 1991.
15. **Моросанов И. С.** Первый и второй законы теории систем // Системные исследования. Методологические проблемы. — М.: Наука, 1996. — С. 97–114.
16. **Уемов А. Н.** Логический анализ системного подхода к объектам и его место среди других методов исследования // Системные исследования. Методологические проблемы. — М.: Наука, 1969. — С. 80–95.
17. **Философский** энциклопедический словарь. — М.: Сов. Энциклопедия, 1983. — 840 с.
18. **Смирнов Г. А.** Логические аспекты проблемы целостности // Системные исследования. Методологические проблемы. — М.: Наука, 1996. — С. 108–126.
19. **Лукьянова Л. М.** Структурно-целевой анализ систем на основе логико-лингвистических формализаций // Proceedings of the X-th International Conference «Knowledge-Dialogue-Solution.» — Varna, 2003. — P. 482–490.
20. **Лукьянова Л. М.** Методология структурно-целевого анализа организационных систем производственной сферы // СПИИРАН. Вып. 1. — СПб.: 2002. — С. 297–315.