

## МЕТОДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗАМИ ПРИ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ЭКСПЕРТНЫХ ВЗГЛЯДОВ

Предложен аппарат автоматического формирования постановки проблемы экспертизы при использовании концептуально различных экспертных точек зрения на объект экспертизы, оцениваемую характеристику и контекст оценивания. Приведен алгоритм формирования постановки проблемы с минимальным комплексным риском процессов получения и дальнейшего использования экспертного решения. Алгоритм основан на априорной оценке критических когнитивных ситуаций, обусловленных соотношениями между структурами знаний в онтологиях экспертных точек зрения.

### Введение

Поддержка экспертного решения проблем в условиях, когда мнения экспертов могут быть основаны на различных концептуальных представлениях об объекте экспертизы и его оцениваемой целевой характеристике, необходима в рамках организации партисипативных процессов принятия решений [1].

Подходы к построению соответствующего методического и программного аппарата определяются принципами качественного и критического системного анализа [2]. В них делается акцент на выработку общеприемлемых решений посредством выявления и использования соотношений и взаимодействий между взглядами и интересами участников процесса выработки и реализации решений.

Применительно к экспертизе предложено [3] опираться на рассмотрение когнитивных интересов носителей различных точек зрения на предметную область (ПрО) принимаемых решений. Оценки тех выигрышей и проигрышей экспертов в части этих интересов, которые имеют место при принятии ими некоторого общего взгляда на проблему, служат основой предложенного механизма формирования концептуального компромисса [3].

В работах [4–5] рассматривалась методология системно-аналитического сопровождения экспертиз, реализуемых в таких условиях. Она базируется на анализе семейства онтологий экспертных точек зрения [4] и использует предложенную в [5] систему метризованных свойств концептов для оценки риска дальнейшего ис-

пользования результатов решения проблемы. Предложенный в [5] аппарат ориентирован на выработку решений относительно постановки экспертной проблемы аналитиком, который использует для принятия таких решений специальную структуризацию множества свойств и их значения. При этом аналитик экспертно оценивает риски того класса, который актуален для планируемого способа последующего использования решения (как внешнего, так и внутреннего).

Однако создание систем автоматизированной поддержки принятия решений в ПрО программно-целевого управления [6], а также отраслевых и общегосударственных информационно-аналитических систем, использующих экспертную методологию [7], ставит задачу разработки аппарата автоматического управления экспертизами. Такое управление может осуществляться посредством формирования постановок проблем и технологических параметров процессов экспертного оценивания, обеспечивающих наименьший риск нарушения тех необходимых требований к процессам выработки и дальнейшего использования экспертных решений, которые диктуются партисипативным подходом.

Представление формального аппарата автоматической оценки рисков и алгоритма его использования для управления экспертизами в ПрО партисипативного принятия решений составляет цель данной работы.

**Представление знаний об экспертных точках зрения**

Представлением знаний о ПрО принимаемых решений, которое соответствует ведомственно или профессионально обусловленной точке зрения  $VP$ , является [4] концептуальная модель  $KM(VP)$ . Ее элементами служат концепты  $C \in CC$ , каждый из которых обладает категорией  $Cat(C)$ , и параметры  $Par \in PPar$  (элементарные свойства концептов).

Концепт  $C$  задается конъюнкцией своих частичных определений

$$D_T(C) = \langle T, L(C, T), B_1(C, T), B_2(C, T), S(C, T) \rangle; \quad (1)$$

$$S(C, T) = \langle B_0(C, T), Pr(C, T), G(C, T) \rangle, \quad (2)$$

где  $T \in TT_{Cat}$  – тип частичного определения;

$TT_{Cat}$  – множество таких типов для категории  $Cat$ ;

$L(C, T)$  – степень определенности знаний о  $D_T(C)$ ;

$S(C, T)$  представляют собой позитивное определение  $C$ , включающее его базис

$$B_0 = \{ \langle X \mid (X \in CC \vee X \in PPar), r \rangle, \quad (3)$$

где  $r$  – роль из множества  $Rr(T)$  ролей элементов в отношении, задаваемом  $D_T(C)$ .

В состав  $S(C, T)$  входит также: множество  $A$  актуальных смысловых сечений определений концептов  $X \in B_0$ ; множество предикатов  $Pr: \{X\} \rightarrow (0;1)$ , составляющих инварианты  $D_T(C)$ ; множество процедур  $G: \{X_{in}\} \rightarrow X_{out}$ ,  $X_{in} \in B_0(C, T_1)$ ,  $X_{out} \in B_0(C, T)$ ,  $(T_1, T) \in TT_{Cat}$ . Эти процедуры задают правила порождения экземпляра концептов базиса на основе экземпляра базиса другого частичного определения концепта  $C$ .

$B_1$  в определении (1) задает наследуемый базис  $D_T(C)$ , который формируется согласно аксиомам наследования для категории  $Cat$  и месту  $C$  в иерархии концептов, которая определяется в  $KM(V)$  в рамках специальных типов  $t D_T(C)$ .  $B_2$  в определении (1) задает базис негативного определения  $C$  (при  $L(C, T)$ , указывающем на неполноту знания), фиксируя концепты, которые не могут войти в  $B_0(C, T)$  ни при каких путях развития знаний.

Категории концептов подразделяются на дескриптивные служащие описанию

объектов и субъектов ПрО принимаемых решений, а также акциональные определяющие элементы деятельности. На рисунке показан состав множества категорий. Для каждой акциональной категории приведены роли, в которых выступают элементы базиса ее частичного определения с типом структурное ( $S^{str}$ ).

Особую роль играет концепт категории ПРОБЛЕМА, задающий полную систему знаний об экспертно решаемой проблеме. Он задается пятеркой структурных определений

$$\langle S^Q, S^C, S^M, S^T, S^V \rangle, \quad (4)$$

где  $S^Q$  – проблемный вопрос, включающий, в соответствующих ролях, объект экспертизы с его экземплярами и концепт, соответствующий результату;

$S^C$  – контекст, задающий источники нормативной и справочной информации;

$S^M$  – модель результата, согласно которой должна быть выполнена оценка объекта экспертизы;

$S^T$  – технологическое описание, включающее  $MEG = \{VP_i\}$  – модель экспертной группы, а также способ организации (много- или однотуровый, включающий обсуждение или нет);

$S^V$  – верификационное поле, задающее концепты-эталоны, с которыми должен быть сопоставлен результат.

Для поддержки экспертного решения проблем в ПрО партисипативного стратегического управления [4] в качестве модели знаний используется семейство онтологий экспертных точек зрения  $KV = \{KM(VP_i)\}_{i=0, \dots, N}$ . Индекс 0 соответствует ядру, которое включает документы, общие для  $VP_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , элементы деятельности, реализующие функции стратегического управления, а также объекты управления, их целевые характеристики и субъектов процессов управления. Все концепты  $KM(VP_0)$  принадлежат одновременно любой  $V_i$ ,  $i > 0$  (выделенной ведомственной или профессиональной точке зрения). Такая  $KM(VP_i)$  включает также концепты, не принадлежащие  $VP_0$ , и может отличаться от  $KM(VP_0)$  в части смысловой трактовки общих для них концептов  $C$ ,



задаваемой семантическим полем  $SF(C, VP_i)$  [8].

Для удобства дальнейшего изложения внесем модификации в используемый формат выражений (1) – (3).

Будем обозначать

$$B(C, S^T, V) = B_0(C, T) \cup B_1(C, T) \quad (5)$$

- полный позитивный базис определения  $S_T$  концепта  $C$  в  $KM(V)$ .

Кроме того, в нотации (3) будем опускать роли  $r$  в тех случаях, когда они не

важны, оставляя только первые элементы кортежей – концепты.

Анализ системы  $KV$ , необходимый при ее конструктивном использовании для экспертной поддержки партисипативного управления, основан на системе специальных формальных отношений между концептами одной или нескольких  $KM(V) \in KV$ . В табл. 1 приведена характеристика тех видов отношений использующихся в дальнейшем данной работы.

Таблица 1. Основные отношения между концептами в семействе онтологий  $KV$

Имя	Сигнатура	Семантика	Метризация
Смысловая объясненность одного концепта другим	$EXP(C_i, C_j, V)$	Семантическое поле концепта $C_i$ $SF(C_i)$ [8] в $KM(V)$ включает концепт $C_j$	Отсутствует
Сходство концептов в онтологии одной точки зрения	$SIM(C_i, C_j, Y, V)$	Концепты $C_i$ и $C_j$ , являются сходными по типу $Y$ (по составу базисов определений – $B$ ; по актуальному пониманию элементов базисов – $A$ ; непосредственно – $D$ или опосредованно – $M$ )	$\epsilon SIM(C_i, C_j, Y, V)$ [8]
Сходство смысла концепта в онтологиях разных точек зрения	$DSIM(C, V_1, V_2)$	Концепт $C$ , описываемый в $KM(V_1)$ своим семантическим полем $SF(C)$ , сопоставляется с результатом $CC$ погружения в $KM(V_1)$ [9] определения этого же концепта, которым он обладает в $KM(V_2)$ , посредством отношения $SIM(C, CC, (Y = \langle A, M \rangle), V_1)$	$\epsilon DSIM(C, V_1, V_2)$ [9]
Противоречивость знаний о концептах	$CONTR(C_i, \{C_j\}, V, A_k)$	Определение концепта $C_i$ находится с определениями концептов $\{C_j\}$ в соотношении, представляющем собой отрицание аксиомы $A_k$	Отсутствует
Направленное влияние одного концепта на другой	$INFL(C_i, C_j, V)$	Фиксация значений элементов определений концепта $C_i$ , осуществляемая при задании его экземпляра, формирует значения элементов определений экземпляра $C_j$ за счет процедур $G(C_j, T, V)$ из определения $C_j$	$\epsilon INFL(C_i, C_j, V)$ [10]
Понимаемость концепта	$UND(C, V_i, V_j)$	Концепт $C$ , представленный в $KM(V_j)$ и не представленный в $KM(V_i)$ , может быть непротиворечиво смоделирован в $KM(V_i)$ за счет имеющихся в ней знаний о концептах, используемых в его определениях [10]	Отсутствует
Актуальность концепта для субъекта	$ACS(C, S)$	Концепт $C$ представляет собой элемент деятельности, к выполнению которого имеет непосредственное отношение субъект $S$	Отсутствует
Целевая обусловленность концепта	$GL(\{G\}, C)$	Концепт $C$ является, для любой цели из множества $G$ , критерием ее достигнутой либо критерием достигнутой ее подцели	Отсутствует
Компромиссность определения постановки проблемы	$COMP(S(P^X), \{V\}, Op)$	Компромиссность определения $S$ элемента проблемы $P$ с типом $X \in \{\text{Исходный концепт; Контекст решения; Результат решения}\}$ , сконструированного посредством операции $Op \in \{\text{Выбор из имеющихся версий базиса определения; Непротиворечивое и информативное объединение версий; Пересечение версий}\}$ над множеством версий, принадлежащих $KM(V)$	$\epsilon COMP(S(P^X), \{V\}, Op)$ - выигрыш в степени достигнутой $A$ когнитивных интересов [3] носителей точек зрения $V$ , усредненный по $V$ [5]

### Модель рисков

Определим структуру рисков вырабатываемых экспертных решений, которая позволит:

- учитывать как соотношения концептуальных взглядов потенциальных участников экспертизы, так и ожидаемые формы их когнитивного поведения при конфликте взглядов;
- оценивать потенциальные риски до проведения экспертизы, руководствуясь формальным описанием семейства онтологий экспертных точек зрения и ретроспективной экспертиз в данной Про;
- производить оценку риска автоматически;
- использовать оценивание риска для автоматического выбора наиболее эффективной структуры постановки проблемы при наиболее приемлемых параметрах технологии ее решения (модели экспертной группы, а также использования многотуровых процедур и процедур коллективного формирования решений).

В качестве базовых элементов модели риска будем использовать события – носители риска, источники риска и критические когнитивные ситуации.

Событием-носителем риска  $RE_i$ ,  $i=1, \dots, N$  будем называть наблюдаемый или прогнозируемый факт невыполнимости одного из необходимых условий, касающихся характеристик процессов выработки и последующего использования экспертных решений. В качестве уровня риска при этом принимается величина отклонения процесса от соответствующего норматива, оцениваемая метрикой  $\mu(RE_i) \in (0;1)$  в долях единицы. Величина комплексного риска  $CR$  может быть оценена по формуле

$$CR = \sum_{i=1, \dots, N} \alpha_i \mu(RE_i), \sum_{i=1, \dots, N} \alpha_i = 1,$$

где  $\alpha_i$  – значимость вклада  $i$ -го события-носителя риска.

Оценки  $\mu(RE_i)$  формируются опосредованно на основе их связей с элементами двух последующих уровней непосредственно анализируемых показателей. Первый из них составляют источники риска  $\{SR_{ij}\}_{j=1, \dots, M}$ . В качестве  $SR_{ij}$  рассматривается позиция субъектов-представителей привлекаемых к экспертизе точек зрения, порождающая  $RE_i$ . Вероятность реализа-

ции  $\beta_{ij}$  такой позиции при наличии предположений, описываемых Критическими когнитивными ситуациями (элементами следующего уровня), является степенью риска. Ее оценка формируется в частотном виде на основании выборок индикаторов форм реагирования носителей точек зрения на критические ситуации. Необходимые выборки могут быть сформированы как на основе автоматического анализа ретроспективы ранее проведенных экспертиз, так и на основе специально организуемых деловых игр. Критическая когнитивная ситуация  $CCS_{ij}$  представляет собой систему соотношений между структурами знаний о концептах из постановки экспертной проблемы в онтологиях тех экспертных точек зрения, относительно которых предполагается привлечение в экспертную группу.

Каждому источнику риска сопоставляется одна такая система, представляющая собой либо предикат, операндами которого служат элементы модели знаний, описанные в предыдущем разделе, либо конъюнкцию таких предикатов. Каждой  $CCS_{ij}$  сопоставляется также оценка  $e(CCS_{ij})$ , выполненная в рамках метрики степени выраженности данной ситуации. Для ситуации, описанной ее предикатом  $PC$ , метрика строится в виде

$$\varepsilon(PC) = [\sum_{C \in X} \varepsilon REL(C, P) N_{pos}] / |X|, \quad (6)$$

где  $X$  – множество концептов из состава  $KV$ , принадлежащих классу операндов  $PC$ ;

$\varepsilon REL$  – метрика того отношения (см. табл.1), которое определяет степень актуальности  $C \in X$  для проблемы  $P$ ;

$N_{pos}$  – число элементов  $X$ , для которых  $PC$  выполняется.

В случае, когда предикат  $PC$  представляет собой дизъюнкцию условий  $\bigvee_{i=1, \dots, n} PC_i$ , выражение вида (6) формируется для каждого из условий, а итоговая метрика имеет вид

$$\varepsilon(PC) = \sum_{i=1, \dots, n} \varepsilon(PC_i) / n. \quad (7)$$

Построенные метрики определяют значения  $e(CCS_{ij})$  в интервале  $(0;1)$  и аналогичны метрикам свойств экспертного решения, предложенным в [5].

Окончательно, формула комплексного риска имеет вид

$$CR = \sum_{i=1, \dots, N} \alpha_i (\sum_{j=1, \dots, M_i} \beta_{ij} e(CCS_{ij})), \quad (8)$$

где  $N$  – число событий – носителей риска;

$M_i$  – число источников риска для  $i$ -го события.

В табл. 2 приведены описания всех базовых элементов модели риска. При этом использованы обозначения, введенные в предыдущем разделе. Выражение вида

$B(S^x, C, V_0)$  обозначает полный позитивный базис (5) в определении типа  $S_x$  концепта  $C$ , которое используется в постановке экспертной проблемы (т.е. реализует взгляд организатора или аналитика экспертизы и принадлежит в связи с этим ядру семейства онтологий  $KV$ ).

Таблица 2. Элементы модели риска

Носитель риска	Источник риска	Предикат критической когнитивной ситуации
1	2	3
Искажение профессионального опыта экспертов в их индивидуальных оценках	Мнения эксперта по поводу оцениваемых объектов сформированы без учета их актуальных свойств, которые оказались проигнорированными в модели, включенной в постановку проблемы	$\exists V_i \in MEG \mid \exists (X \in KM(V_i)) \mid INFL(X, C, V_i) \wedge (X \notin B(S^M, P, V_0))$ , где $C$ – концепт, соответствующий объекту экспертизы
	Альтернативы, которые были бы исключены из рассмотрения в профессиональной деятельности эксперта из-за несоответствия их оценок верификационным эталонам, могут оставаться в составе предпочтительных	$\exists (VP_i \in MEG) \mid (\exists X \in B(S^V, P, VP_i) \mid (X \notin B(S^V, P, VP_0)))$
	Эксперт не может оценить некоторые свойства, располагая необходимыми концептуальными основаниями, но не располагая информацией	$\exists VP_i \mid \exists X \in B(S^Q, P, VP_0) \mid \mid UND(X, VP_0, VP_i) \wedge (\forall Y \in B(S^C, P, VP_0) \mid \mid INFL(Y, X, VP_0) Y \notin KM(VP_i))$
Искажение системы актуальных точек зрения на объект экспертизы в рамках обобщенной оценки	Предоставленные индивидуальные оценки основывались на критериях, используемых в профессиональной деятельности экспертов, а не на единой модели экспертируемых объектов, включенной в постановку задачи	$\exists (V, V1) \in \{VP_i\}_{i=1, \dots, n} \mid (B(S^M, P, V) \neq B(S^M, P, VP_0)) \wedge \wedge (B(S^M, P, V) \neq B(S^M, P, V1)) \wedge KH(ES_V, ES_{V1})$ , где $KH$ – предикат подтверждения статистической гипотезы о неоднородности пары $\langle ES_V, ES_{V1} \rangle$ выборки индивидуальных оценок, принадлежащих представителям точек зрения $V$ и $V1$
	Индивидуальные оценки представителей разных точек зрения служат, по сути, характеристикой разных объектов экспертизы из-за различий в определениях соответствующего концепта в $KM$ этих $VP$	$\exists (V1, V2) \in \{VP_i\} \mid \epsilon DSIM(O, V1, V2) \neq 1 \wedge \wedge \epsilon DSIM(O, V2, V1) \neq 1 \wedge KH(ES_{V1}, ES_{V2})$ , где $O \in B(S^Q, P, V_0)$ – концепт, определяющий объект экспертизы; $KH$ имеет тот же смысл, что и в описании предыдущей ситуации
	В обобщенной оценке не учтены точки зрения, актуальные для проблемы	$\exists V \in \{VP_i\} \mid \exists A \in KM(V) \mid \mid O \in B(S^{str}, A, V) \wedge V \notin MEG$ , где $A$ -концепт, соответствующий элементу профессиональной деятельности в $KM(V)$ ; $O \in B(S^Q, P, V_0)$
Невозможность принятия результата, как убедительного, субъектами последующих этапов жизненного цикла решения (носителями точки зрения $V$ )	Отсутствует доверие к оценкам, полученным без привлечения представителей ведомственной или профессиональной точки зрения, к которой принадлежит субъект	$\exists V \in \{VP_i\} \mid \exists Sol \mid C \in B(S^{str}, Sol, V_0) \wedge \wedge ACS(V, Sol) \wedge C \in B(S^Q, P, V_0) \wedge V \notin MEG$ , где $C$ -концепт, соответствующий результату решения проблемы $P$ ; $Sol$ – концепт, имеющий категорию Решение; $ACS(\cdot)$ – отношение актуальности концепта для субъекта

1	2	3
Невозможность принятия результата, как убедительного, субъектами последующих этапов жизненного цикла решения (носителями точки зрения $V$ )	Отсутствует понимание постановки проблемы представителями соответствующей точки зрения	$\exists C \in B(S^M, P, V_0) \mid \neg UND(C, V)$
	Неприемлемость результата для использования в профессиональной деятельности субъекта из-за игнорирования необходимой нормативной и информационной базы в постановке проблемы	$\exists D \in B(S^{str}, Sol, V) \mid D \notin B(S^C, P, V_0)$ , где $D$ – документ, входящий в число оснований решения $Sol$ , в поддержку которого решается проблема $P$
	Неприятие критериев оценивания	$\epsilon DSIM(H, V, V_0) < \epsilon_V$ , где $H \in B(S^Q, P, V_0)$ – концепт, соответствующий оцениваемой целевой характеристике; $\epsilon_V$ – уровень сходства концептов, критический для субъектов-носителей
Неадекватность оценки параметрам ситуации, в которой должно выполняться принимаемое решение	При оценивании проигнорированы актуальные влияющие факторы	$\exists V \in \{VP_i\} \mid \exists C \in B(S^M, P, V) \mid INFL(C, O, V) \wedge (C \notin B(S^M, P, V_0) \cup B(S^C, P, V_0))$ , где $O$ – объект экспертизы
	Оценки, сделанные носителями разных точек зрения, основываются на разных представлениях о ситуации	$\exists (V_1, V_2) \in \{VP_i\} \mid \exists C \in B(S^M, P, V_1) \mid (C \in B(S^M, P, V_2)) \wedge \neg (C \in B(S^M, P, V_0)) \wedge \neg DSIM(C, V_1, V_2)$
Бесперспективность проведения очередного тура экспертизы для улучшения оценки	Невозможность построения эффективного процесса гармонизации концептуальных представлений результата среди носителей различных точек зрения	$\exists VV = \{V_i \mid AEST(V_i)\}_{i=1, \dots, n} \wedge \exists (V_k, V_l) \in VV \mid \neg DSIM(H, V_k, V_l)$ , где $AEST(V_i)$ – предикат гипотезы об аномальности оценок носителей $V_i$ в рамках общей выборки оценок; $H$ – концепт, соответствующий оцениваемой целевой характеристике
	Невозможность гармонизации из-за отсутствия взаимопонимания по поводу концептов, служащих причиной различия оценок	$\exists (V_i, V_k) \mid AEST(V_i) \wedge \exists C \in B(S^M, P, V_i) \mid \neg UND(C, V_i, V_k)$ , где $AEST(V_i)$ – тот же предикат, что и в описании предыдущей ситуации
Невозможность компромисса между точками зрения	Выбор общеприемлемой концепции результата решения проблемы среди имеющихся невозможен	$\exists j_0 \in \{1, \dots, N\} \mid \forall k \neq j_0 \sum_{i=1, \dots, n} A_i(V_{j_0}, V_k) < 0$ , где $N$ – число точек зрения; $A_i(V_{j_0}, V_k)$ – прирост уровня удовлетворенности когнитивного интереса $i$ -го типа для точки зрения $V_{j_0}$ при замене в $KM(V_{j_0})$ определения концепта $C$ на его определение в $KM(V_k)$ [3]
	Возможность эффективного объединения контекстов оценивания отсутствует	$\exists j_0 \in \{1, \dots, N\} \mid \forall k \neq j_0$ , $\forall C \in B(S^C, P, V_k) \mid C \notin B(S^C, P, V_{j_0}) \mid \neg UND(C, V_{j_0}, V_k) \vee \neg CONTR(C', B(S^C, P, V_{j_0}), A) \vee \neg INFL(C', R, V_{j_0})$ , где $C'$ – концепт, формируемый при погружении [9] $C$ из $V_k$ в $V_{j_0}$ ; $R \in B(S^Q, P, V_{j_0})$ – результат решения проблемы
	Построение компромиссного взгляда на объект экспертизы невозможно	$\forall l \in L_{cat}(C) \cap_{i=1, \dots, N} B(S_i, C, V_i) = M = \{m \mid INFL(m, R, V_i)\}$ , где $C \in B(S^Q, P, V_i)$ – объект экспертизы; $R \in B(S^Q, P, V_i)$ – результат экспертизы; $L_{cat}(C)$ – множество типов частичных определений концепта $C$

**Формирование постановки экспертной проблемы**

Модель оценки риска, описанная в предыдущем разделе, предоставляет возможность автоматического формирования постановки экспертной проблемы  $P$  вида (4). Данная операция выполняется на основании начальной характеристики проблемы, семейства  $KV$  онтологий экспертных точек зрения на  $PrO$ , а также ретроспективы экспертиз, проведенных ранее в среде  $KV$ .

Таким образом, рассматривается операция с сигнатурой

$$O: MCH(P), \{KM(V_i)\}_{i=1,\dots,n}, LRELA, \{Retr(PP) | cat(PP) = Problem \wedge REL(PP, P)\} \rightarrow ST^*(P). \quad (9)$$

Здесь  $MCH(P)$  – начальная характеристика проблемы, включающая такие компоненты:

- модель исходных данных  $IN = \{ \langle c_i, sub(SF(c_i)) \rangle \}$ ,

где  $c_i \in KM(V_0)$  – имя концепта;  $sub(SF(c_i))$  – связное поддерево в составе  $SF(c_i) \in KM(V_0)$ , задающее как необходимые взаимосвязи объекта экспертизы  $Ob$  с другими концептами, так и значения его параметров, без которых не могут быть интерпретированы исходные данные экспертизы;

- модель выходных данных  $M = \langle CH, D(CH, V_0) \rangle$ ,

где  $CH$  – имя оценочной характеристики;  $D(CH, V_0)$  – ее необходимое полное определение в  $KM(V_0)$ .

Ретроспектива экспертиз релевантных проблем  $Retr(PP)$  представляет собой множество всех экземпляров ранее решавшейся проблемы  $P$ , а также проблем  $PP$ , связанных с  $P$  одним из отношений  $REL \in LRELA$ , где  $LRELA$  – множество отношений, принимаемых в (9) как актуальные для выбора прототипов при построении постановки  $P$

$$LRELA \subseteq LREL, \\ LREL = \{ \{ SIM(P, PP, Y, V_i) \}_Y, PARTOF_1(P, PP, V_i), ISA_1(P, PP, V_i), PARTOF_2(P, PP, V_i), ISA_2(P, PP, V_i) \}_{i=1,\dots,n},$$

где  $SIM(\cdot)$  – отношения сходства каждого из типов  $Y$ , приведенных в табл.1;

$PARTOF_1(\cdot)$  – отношение “часть-целое” между объектами экспертизы из  $P$  и  $PP$ ;

$ISA_1(\cdot)$  – отношение родовидовой связи между теми же объектами экспертиз;

$PARTOF_2(\cdot)$ ,  $ISA_2(\cdot)$  – те же отношения, но установленные между концептами-результатами экспертизы в  $P$  и  $PP$ .

Формируемая постановка проблемы  $ST^*(P)$ , определяющая ее описание в формате (4), соответствует результату преобразования  $MCH(P)$ , минимизирующему риск  $CR$  (8) на множестве возможных трактовок объекта экспертизы, модели результата и состава контекста решения при модели экспертной группы

$$MEG \subseteq \{ VP_i \}_{i=1,\dots,n} \wedge (\forall V \in MEG (O \in KM(V) \wedge CH \in KM(V))),$$

где  $O$ ,  $CH$  – соответственно, объект экспертизы и результирующая оценочная характеристика в постановке  $P$ .

Семантика операции (9) задается следующим алгоритмом.

**Шаг 1.**

Задание  $MCH(P)$ ,  $LRELA$ .

**Шаг 2.**

Формирование максимальной модели экспертной группы

$$MEG = \{ VP_i | O \in KM(VP_i) \wedge (\exists e \in KM(VP_i) | e \in M | M \in MCH(P)) \}.$$

**Шаг 3.** Формирование актуальной ретроспективы актов решения проблемы  $P$  и ее прототипов  $PP$  с участием носителей точек зрения  $V \in MEG - \{ Retr(V) \}_{V \in MEG}$ .

**Шаг 4.** Формирование альтернативных версий объекта экспертизы на основе  $\{ KM(V) \}_{V \in MEG}$ :

- $AOJ(MEG)$  – результат компромиссного объединения всех частичных определений концепта;

- $AOI(MEG)$  – результат компромиссного пересечения определений концепта;

- $AOMCH(MEG)$  – версия, принадлежащая начальной постановке проблемы;

**Шаг 5.** Оценка риска альтернативных версий  $CR(AO_1)$ ,  $CR(AO_2)$ ,  $CR(AO_3)$  с выбором оптимальной версии  $O^*$ .

**Шаг 6.** Построение альтернативных версий модели результата с учетом результата выбора на шаге 5:

- $AR_1(MEG)$  – компромисный выбор между ретроспективно выявленными версиями разных точек зрения;

- $AR_2(MEG)$  – компромиссное объединение версий разных точек зрения;

- $AR_3(MEG)$  – использование  $D$  из состава  $M \in MCH$ .

**Шаг 7.** Оценка риска  $CR(AR_i)$ ,  $i = 1, \dots, 3$  и выбор версии  $R^*$ .

**Шаг 8.** Построение версии контекста решения проблемы  $AC^*$  – непротиворечивого и информативного объединения версий разных точек зрения с учетом результата выбора на шаге 5 и шаге 7.

**Шаг 9.** Формирование постановки проблемы  $PS^*(P, MEG)$  из компонентов  $O^*$ ,  $R^*$ ,  $AC^*$  и оценка комплексного риска  $CR(P, MEG, PS^*)$ .

**Шаг 10.** Если  $|MEG| > 1$ , то осуществить формирование новой модели экспертной группы удалением одной из точек зрения с возвратом на шаг 3.

Иначе – определение

$$MEG^* = \operatorname{argmin}_{MEG \in MF, PS^* \in PF} (P, MEG, PS^*),$$

где  $MF$  – множество моделей экспертной группы, сформированных шагом 2 и шагом 10;

$PF$  – множество постановок проблемы, сформированных при выполнении шага 9.

Использование оценок некоторых критических когнитивных ситуаций в рамках описанного алгоритма обладает спецификой.

Вклады в  $CR(PS(P))$  тех критических когнитивных ситуаций, предикаты которых (и, соответственно, оценки проявленности) зависят от структур знаний как о входных, так и о выходных концептах проблемного вопроса, исключаются из оценки на шаге 5 и используются только начиная с шага 7.

Носитель риска “Бесперспективность проведения очередного тура экспертизы для улучшения оценки” и реализующие его критические когнитивные ситуации оцениваются после выполнения приведенного выше алгоритма для полученной в результате структуры  $\langle PS^*, MEG^* \rangle$ . При выполнении оценки, априорной по отношению к проведению экспертизы (что

необходимо с позиций семантики операции (9)), состав множества  $\{Retr(PP)\}$  в (9) определяется, помимо условия  $LREL$ , условием неудовлетворительности верификации результата решения этих проблем, полученного в первом туре. Осуществление альтернативной оценки риска, обусловленного данным носителем, после проведения первого тура решения проблемы  $P$ , позволяет доопределить  $ST^*(P)$  в части элемента  $\langle e, r \rangle \in B(S^T, P, V_0) | r = \text{”Форма организации процесса решения”}$ .

Элемент  $e$  в этой паре получает значение “последовательность туров” в случае ложности предизирующего риск условия либо допорогового значения уровня проявленности критической когнитивной ситуации.

## Выводы

1. Автоматизированное управление экспертизами в условиях множественности концепций ПрО вырабатываемых решений должно осуществляться посредством формирования модели экспертной группы и постановки проблемы, обеспечивающих наименьший риск нарушения необходимых свойств процесса выработки и последующего использования экспертного решения.

2. Для априорной оценки рисков, связанных с используемой постановкой проблемы при заданном составе точек зрения, представленных в экспертной группе, предлагается трехуровневая модель взаимосвязей между событиями-носителями риска, источниками риска и критическими когнитивными ситуациями, которые образованы онтологическими соотношениями между концептами из состава постановки проблемы, имеющими место в концептуальных моделях знаний семейства онтологий экспертных точек зрения на предметную область.

3. Предложенный алгоритм автоматической генерации и отбора постановок экспертно решаемой проблемы позволяет осуществлять автоматическое управление экспертизой на основе первичного описания проблемы с использованием онтологической модели семейства экспертных

точек зрения, а также ретроспективы результатов ранее выполнявшихся экспертиз.

4. Автоматическое управление экспертизами с помощью предложенных методов может использоваться в системах поддержки принятия решений для предметных областей партисипативного стратегического управления. В этом случае множественность точек зрения обусловлена ведомственной и профессиональной принадлежностью участников процесса, а затраты на ведение онтологических моделей и ретроспективы экспертиз оправданы регулярностью обращения к одним и тем же объектам экспертизы, целевыми характеристикам и точкам зрения.

1. *Renn O.* Participatory processes for designing environmental policies // *Land Use Policy*. – 2006. – Is.1, 23 – P. 34–43.
2. *Jackson M.C.* Systems Thinking: Creative Holism for Managers. – New York: Wiley, 2003. – 376 P.
3. *Ильина Е.П., Слабостицкая О.А.* Системно-аналитическое сопровождение экспертиз и концептуальный компромисс между экспертными точками зрения // Системный анализ, управление и информационные технологии. – Харьков: Вестник НТУ «ХПИ», 2005. – № 54. – С. 154–159.
4. *Ильина Е.П.* Задачи и методы аналитического сопровождения экспертиз в партисипативных процессах стратегического управления // Проблемы программирования. – 2006. – № 2–3. – С. 421–430.
5. *Ильина Е.П.* Оценка и использование показателей качества экспертного решения проблемы // Проблемы программирования. – 2007. – № 1. – С. 45–56.
6. *Ильина Е.П., Сеницын И.П., Слабостицкая О.А.* и др. Программно-целевое управление оборонным планированием при реформировании вооруженных сил. Методологические основы и перспективы автоматизированной поддержки. – Киев: Наук. думка, 2004. – 172 С.
7. *Ильина Е.П.* Экспертная методология в информационно-аналитических системах // Проблемы программирования. – 2001. – № 1–2. – С. 13–22.
8. *Ильина Е.П., Слабостицкая О.А.* Формы, метрики и свойства отношения сходства между концептами в онтологиях экспертных точек зрения // Проблемы программирования. – 2005. – № 4. – С. 39–49.
9. *Ильина Е.П.* Семиотическая модель развивающихся экспертных точек зрения для поддержки принятия решений // Проблемы программирования. – 2006. – № 3. – С. 51–59.
10. *Ильина Е.П.* Семантика и прагматика НЕ-факторов в концептуальной модели экспертных знаний // Математичні машини і системи. – 2007. – № 1. – С. 93–98.

Получено 01.06.2007

### Об авторе:

*Ильина Елена Павловна*,  
кандидат физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник.

### Место работы автора:

Институт программных систем НАН  
Украины, 03187, Киев-187, проспект  
Академика Глушкова, 40.  
Тел.: (044) 526 4579.