

Е.П. Ильина

## ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВЫБОРА УПРАВЛЯЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРПОРАТИВНОГО ЗНАНИЯ. ЧАСТЬ 1. ФОРМАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЦЕЛЕЙ

Работа посвящена моделям и методам поддержки экспертного выбора варианта управляющего воздействия, реализуемого организационными мероприятиями. В первой части представлена модель системы целей организации и методы анализа отношений эквивалентности, противоположности и достижимости целей. Такой анализ служит поддержке аналитической функции формирования контекста и рекомендаций для экспертно-аналитического процесса оценивания и выбора вариантов воздействия, который будет рассмотрен в следующей части статьи.

Ключевые слова: поддержка принятия решений, организационное решение, модель знаний об организации, система организационных целей, экспертный выбор, оценка достижимости цели, перспективность организационного воздействия.

### Постановка задачи

Принятие организационного решения представляет собой процесс выбора воздействия на объект управления, которое наилучшим образом обеспечивает достижение заданной цели организации.

В зависимости от того, является решение регламентным, типовым, стратегическим, антикризисным или инновационным, модель процесса принятия решения и необходимые средства его поддержки могут существенно различаться [1]. Примером служат парадигмы, полярные с позиций уровня предполагаемой формализованности процесса. Один полюс составляет поддержка так называемых деловых решений [2], базирующаяся на процедуре автоматического выбора варианта по заданным правилам на основании заданных информационных источников (стандарт *DMN* [3]). Другой полюс представлен моделью [4], рассматривающей многоэтапный процесс принятия уникального решения как процесс управления проектом для максимального обеспечения интересов стейкхолдеров.

В работе [5] показано, что современные парадигмы и условия осуществления менеджмента организаций определяют специфику процесса принятия решений, которую составляют: множественность моделей процессов принятия для решений заданного типа; ведущая

роль эффектов взаимовлияния в поле решений организации; необходимость использования экспертного опыта, включая интеграцию мнений различных деловых групп по поводу проблемной ситуации и предпочтений.

Данная работа посвящена построению методов поддержки процесса принятия решения, занимающего промежуточную позицию по сравнению с описанным ранее [6] ситуативно обусловленным решением общего вида и деловым решением [2]. Такая позиция характерна для нерегламентных решений, имеющих дело с новой проблемной ситуацией, но реализующих выбор между известными мероприятиями или их композициями. Ей соответствуют также регламентные решения, находящиеся на этапе установления или пересмотра процедур их принятия [1].

Общая модель процесса решения имеет вид последовательности этапов

$$MPD = \langle PS, TS, AP, CA, NT \rangle, \quad (1)$$

где *PS* – анализ проблемной ситуации,

*TS* – постановка задачи влияния на *PS*,

*AP* – формирование пакета альтернативных воздействий,

*CA* – выбор воздействия,

*NT* – анализ возможных негативных последствий и путей их устранения.

В работе [5] рассмотрены общий случай процедур реализации этапов (1) и формируемые ими структуры знания. В качестве объекта исследования данной работы рассматривается экспертно-аналитический процесс реализации этапа *CA* из (1), ориентированный на решения охарактеризованного выше типа. Он объединяет в своем составе как функции получения экспертных мнений, так и автоматизированные аналитические функции формирования контекстов экспертного оценивания, а также интеграцию и обоснование экспертных мнений [7] с использованием структур корпоративного знания.

Модель экспертно-аналитического процесса имеет вид

$$\begin{aligned}
 MEA = & (KPS, KTS, KAP, FMV, \\
 & \{IMV_i, FI_i\}_{i=1,N}, OO, PF, GF, EG, CON, \\
 & KNT, CH, AR, FAR, FC, FFI, FFMI, \\
 & FFMG), \quad (2)
 \end{aligned}$$

где *KPS* – знания о проблемной ситуации, сформированные на первом этапе (1),  $KPS = \langle \{CC\}, L \rangle$ , где *CC* – элемент, определяющий конфликт, *L* – требуемый уровень вмешательства в проблемную ситуацию;

*KTS* – знание о требуемом влиянии на проблемную ситуацию, имеющее формат цели, который будет рассмотрен в следующем разделе;

*KAP* – множество вариантов воздействия (автоматически либо экспертно сформированных);

*FMV* – рамочная модель перспективности воздействия;

$IMV_i$  – индивидуальная модель ценности, осуществляемая *i*-м экспертом для детализации рамочной;

$FI_i$  – оценка параметров  $IMV_i$ ;

*OO* – онтология организации [6], используемая для формализованной идентификации и анализа объектов, субъектов и их отношений;

*PF* – поле решений, текущее состояние которого содержит информацию о всех принимавшихся решениях организации;

*GF* – поле целей, включающее цели, входящие в состав элементов *PF*, а также нормативные и плановые для организации и отражающие интересы стейкхолдеров;

*EG* – состав экспертной группы, основанный на представительстве бизнес-ролей, точки зрения которых должны быть учтены;

*CON* – контекст, автоматически формируемый для оценки элементов  $IMV_i$  на основании *OO*, *PF* и *PG*;

*KNT* – знания о возможных негативных последствиях, экспертно формируемые в данном процессе  $\langle OBN, DN \rangle$ , где *OBN* – объект негативного влияния, *DN* – решение по преодолению последствий (в модели вида (2) для  $DN \in KTS$  включает влияющее решение, а *KTS* задает цель компенсирующего воздействия);

*CH* – выбранный вариант воздействия;

*AR* – рекомендации, автоматически формируемые посредством функции *FAR*;

*FC* – функция формирования контекстов;

*FFI* – функция интеграции частных критериев  $IMV_i$ ;

*FFMI* – функция интеграции оценок критериев индивидуальных моделей в оценки критериев;

*FFMG* – функция получения обобщенного экспертного мнения.

В первой части статьи представлена формализация структур знания, служащих представлению целей в модели (2), и аналитических функций, необходимых для работы с ними при организации процесса поддержки принятия решений рассмотренного класса.

### Роль и представление структур целей

Необходимость выработки рассмотренных решений как эффективных по отношению к поставленным целям управле-

ния требует от структур знаний, используемых процессом (2):

- формализации и отображения целей организации и интересов стейкхолдеров;

- отображения в (2) целей, входящих в состав решения, определенного моделью (1) (воздействия  $G_1 \in KTS$ , сохранения свойств объекта влияния  $G_2 \in KNT$ , цели компенсирующего воздействия  $G_3 \in KNT$ );

- формализации модели полноты достижения цели выбираемого воздействия при текущем состоянии поля решений и поля целей  $PF$  и  $GF$  (в качестве специальной подмодели в составе  $FMV$  и  $IMV_i$ );

- формального представления концепта Дерево целедостижения и его использования – в составе  $FMV$ ,  $IMV$  и  $GF$ .

Для последующей формализации отношений, необходимых для использования аналитическими функциями  $FC$  и  $FAR$  из (2), предлагаемая формальная структура цели основывалась на сочетании черт таких подходов как реализованный в проекте *KAOS* [8] и предложенный в работе [9]. Такое сочетание представляет собой введение в определение онтологической семантики цели как описания ее объекта и требуемого для него результирующего состояния, так и описания имеющих вхождений цели в деревья целедостижения, включенные в онтологию. При этом отношения между целями в дереве взяты из модели [8]. Концепция соотношения жестких и мягких целей и направлений воздействия на целевые объекты является развитием подхода [9]. Возможность распространения на мягкие цели тех же принципов онтологического анализа, которые используются для жестких целей, обеспечивается использованием, в качестве их объекта, организационной структуры в целом и ее крупных фрагментов (как структурных, так и функциональных). Кроме того, в качестве целевых свойств используются при этом оценочные характеристики с вербальными

шкалами и отношения, означиваемые для целевого объекта индикатором его принадлежности. Направления целевого воздействия предполагают при этом установление, сохранение, недопущение или разрыв связи.

Модель Цели имеет вид

$$MG = (OB, PR, T_1, T_2, T_3, ST(TT)), \quad (3)$$

где  $OB$  – целевой объект;

$PR$  – его свойства, используемые для определения целевого состояния;

$T_1$  – характер неопределенности цели:  $T_1 \in \{ZT_{11}, ZT_{12}\}$ ,  $ZT_{11}$  – жесткая,  $ZT_{12}$  – мягкая;

$T_2 \in \{ZT_{21}, ZT_{22}, ZT_{23}, ZT_{24}\}$  – тип используемых целевых свойств, где  $ZT_{21}$  – Параметры,  $ZT_{22}$  – Идентификаторы,  $ZT_{23}$  – Оценочные характеристики,  $ZT_{24}$  – Отношения;

$T_3$  – целевое условие для  $PR$ ,  $T_3 = \langle C, ET \rangle$ ,  $C$  – тип условия,  $ET$  – эталон сравнения.

$$C \in \{T_3.ZC_i\}_{i=1}^{14},$$

$T_3.ZC_1$  = повышение до  $ET$ ,  $T_3.ZC_2$  = повышение,  $T_3.ZC_3$  = понижение до  $ET$ ,  $T_3.ZC_4$  = понижение,  $T_3.ZC_5$  = минимизация,  $T_3.ZC_6$  = максимизация,  $T_3.ZC_7$  = приближение к оптимальному уровню,  $T_3.ZC_8$  = фиксация имеющегося состояния,  $T_3.ZC_9$  = недопущение состояния  $ET$ ,  $T_3.ZC_{10}$  = снижение риска достижения состояния  $ET$ ,  $T_3.ZC_{11}$  = формирование,  $T_3.ZC_{12}$  = разрушение,  $T_3.ZC_{13}$  = способствование,  $T_3.ZC_{14}$  = противодействие.

$ST(TT)$  – уровень актуальности действия цели в момент  $TT$ ,

$ST(TT) \in \{ZST_i\}_{i=1}^4$ ,  $ZST_1$  = достигнутая,  $ZST_2$  = находящаяся в реализации,  $ZST_3$  = запланированная на будущее,  $ZST_4$  = вырабатываемая или предварительно уточняемая.

Для цели  $G$  значение  $\langle ZT_1, ZT_2 \rangle$  определяет допустимое для такой пары подмножество  $MT_3$  значений  $T_3$ . Пусть

$$T_2K = \langle ZT_{21}, ZT_{23} \rangle, T_2L = \langle ZT_{22}, ZT_{24} \rangle, (4)$$

Тогда для  $i = 1, 2$

$$\langle ZT_{11}, T_2K_i \rangle \rightarrow (MT_3 \in \{T_3.ZC_1, T_3.ZC_3,$$

$$T_3.ZC_5, T_3.ZC_6, T_3.ZC_8, T_3.ZC_9\})$$

$$\langle ZT_{11}, T_2L_i \rangle \rightarrow (MT_3 \in \{T_3.ZC_{11}, T_3.ZC_{12}\})$$

$$\langle ZT_{12}, T_2K_i \rangle \rightarrow (MT_3 \in \{T_3.ZC_2, T_3.ZC_4,$$

$$T_3.ZC_7, T_3.ZC_{10}\})$$

$$\langle ZT_{12}, T_2L_i \rangle \rightarrow (MT_3 \in \{T_3.ZC_{13}, T_3.ZC_{14}\}).$$

В качестве конгломерата целей рассматривается концепт Дерево целедостижения, который представляет иерархию целей, однонаправленно влияющих на достижение друг друга. Модель этого концепта имеет следующий вид:

$$MTR = (GG, \{G_i, \{G_j, B(G_i, G_j)\}_{j=1}^{mi}\}_{i=1}^{nt}), (5)$$

где  $GG$  – корневая вершина, соответствующая итоговой цели;

$G_i$  –  $i$ -я цель, оказывающая влияние на достижимость  $GG$ ;

$G_j, j > i$  – цель, влияющая на достижимость  $G_i$ ;

$B(G_i, G_j)$  – тип связи между целями,

$$B(G_i, G_j) = \langle S, U \rangle,$$

где  $S$  – направление влияния (положительное *pos* или отрицательное *neg*),  $U$  – характер влияния (определяющее  $d$  или способствующее  $h$ ).

### Внутренне определенные отношения между целями

Рассмотрим класс отношений между целями, предикаты которых используют элементы модели цели (3), не адресуясь к положению в деревьях целедостижения.

Будем обозначать  $X_i(G)$  онтологическую интерпретацию элемента  $X$  модели (3) для цели  $G_i$ ,  $ISA_o(X_1, X_2)$  – отношение класс-подкласс между  $X_1, X_2$  в онтологии  $O$ ,  $PARTOF_o(X_1, X_2)$  – отношение целое-часть между  $X_1, X_2$  в онтологии  $O$  предметной области деятельности организации [6].

Определим как объектно-эквивалентные ( $OEQ(G_1, G_2)$ ) цели  $G_1, G_2$ , для которых выполнено условие

$$(OB(G_1) = OB(G_2)) \vee \underline{ISA}_o(OB(G_1),$$

$$(OB(G_2)) \wedge PR(G_1) = PR(G_2)).$$

Далее, определим отношение соответствия  $COR(G_1, G_2)$  значений  $T_3(G_1), T_3(G_2)$  между жесткой целью  $G_1$  и мягкой  $G_2$ , основанное на значениях элементов  $T_3$  из их модели вида (3).

$$COR(G_1, G_2) \rightarrow ((T_3.ZC_1, T_3.ZC_2) \vee$$

$$(T_3.ZC_3, T_3.ZC_4) \vee (T_3.ZC_5, T_3.ZC_7) \vee$$

$$(T_3.ZC_6, T_3.ZC_7) \vee (T_3.ZC_9, T_3.ZC_{10}) \vee$$

$$(T_3.ZC_{11}, T_3.ZC_{13}) \vee (T_3.ZC_{12}, T_3.ZC_{14})).$$

Тогда  $G_1, G_2$  будем называть вполне эквивалентными ( $PEQ(G_1, G_2)$ ), если:

$$OEQ(G_1, G_2) \wedge ((T_1(G_1) = T_2(G_1)) \wedge$$

$$(T_3.ZC(G_1) = T_3.ZC(G_2))) \vee$$

$$(T_1(G_1) \neq T_1(G_2) \wedge COR(G_1, G_2)).$$

$G_1$  будем называть локально сниженно эквивалентной ( $LEQ(G_1, G_2)$ ), относительно  $G_2$ , если

$$PARTOF_o(OB(G_2), OB(G_1)) \wedge ((PR(G_2) =$$

$$PR(G_1)) \wedge ((T_1(G_1) = T_1(G_2)) \vee (COR(G_2, G_1))).$$

Определим также отношение противоположности  $OPPOS(G_1, G_2)$ , имеющее место при выполнении одной из шести систем условий.

$$\begin{aligned} & \mathbf{1.} \text{ Если } OEQ(G_1, G_2) \wedge (T_1(G_1) = \\ & = T_1(G_2) = ZI_{11}) \wedge (T_2(G_1) = T_2(G_2)) \vee \\ & \vee T_2(G_1) \in T_2K \text{ (см. (4))} \end{aligned}$$

и выполнено одно из подусловий:

$$\begin{aligned} \text{а) } & (T_3(G_1) = T_3.ZC_1) \wedge (T_3(G_2) = \\ & = T_3.ZC_3) \wedge T_3.ET(G_2) < T_3.ET(G_1)); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{б) } & (T_3(G_1) = T_3.ZC_5) \wedge ((T_3(G_2) = \\ & = T_3.ZC_6) \vee (T_3(G_2) = T_3.ZC_8)); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{в) } & (T_3(G_1) = T_3.ZC_8) \wedge (T_3(G_2) = \\ & = T_3.ZC_9) \wedge (T_3.ET(G_2) = A), \end{aligned}$$

где  $A$  – имеющееся на момент постановки цели состояние целевого объекта.

$$\begin{aligned} & \mathbf{2.} \text{ Если } OEQ(G_1, G_2) \wedge (T_1(G_1) = \\ & = T_1(G_2) = ZI_{11}) \wedge (T_2(G_1) = \\ & = (T_2(G_2) = ZI_{24})) \end{aligned}$$

и

$$T_3(G_1) = T_3.ZC_{11} \wedge T_3(G_2) = T_3.ZC_{12}.$$

$$\begin{aligned} & \mathbf{3.} \text{ Если } OEQ(G_1, G_2) \wedge T_1(G_1) = \\ & = ZI_{11} \wedge T_1(G_2) = ZI_{12} \wedge T_2(G_1) = \\ & = T_2(G_2) = ZI_{20} \end{aligned}$$

и выполнено одно из подусловий:

$$\text{а) } (T_3(G_1) = T_3.ZC_3) \wedge T_3(G_2) = T_3.ZC_2;$$

$$\text{б) } T_3(G_1) = T_3.ZC_1 \wedge T_3(G_2) = T_3.ZC_4;$$

$$\begin{aligned} \text{в) } & T_3(G_1) = T_3.ZC_1 \wedge T_3(G_2) = T_3.ZC_{10} \wedge \\ & \wedge (T_3.ET(G_1) \geq T_3.ET(G_2)); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{г) } & T_3(G_1) = T_3.ZC_3 \wedge T_3(G_2) = T_3.ZC_{10} \wedge \\ & (T_3.ET(G_1) \leq T_3.ET(G_2)). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \mathbf{4.} \text{ Если } OEQ(G_1, G_2) \wedge T_1(G_1) = \\ & = ZI_{11} \wedge (T_1(G_2) = ZI_{12} \wedge T_2(G_1) = \\ & = T_2(G_2) = ZI_{24}: (T_3(G_1) = T_3.ZC_{11} \wedge \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \wedge (T_3(G_2) = T_3.ZC_{14}) \vee (T_3(G_1) = \\ & = T_3.ZC_{12} \wedge T_3(G_2) = T_3.ZC_{13}). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \mathbf{5.} \text{ Если } OEQ(G_1, G_2) \wedge (T_1(G_1) = \\ & = T_1(G_2) = ZI_{12}) \wedge (T_2(G_1) = \\ & = (T_2(G_2) = ZI_4)) \end{aligned}$$

и выполнено одно из подусловий а), б):

$$\begin{aligned} \text{а) } & T_3(G_1) = T_3.ZC_2 \wedge ((T_3(G_2) = \\ & = T_3.ZC_4) \vee (T_3(G_2) = T_3.ZC_7 \wedge \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \wedge ET_{opt} < ET_{act}) \vee (T_3(G_2) = T_3.ZC_7 \wedge \\ & \wedge ET_{opt} < ET_{act}) \vee (T_3(G_2) = \\ & = T_3.ZC_{10}) \wedge E_r > ET_{act}), \end{aligned}$$

где  $ET_{opt}$  – оптимальное значение свойства,

$E_r$  – пороговое значение свойства,

определяющее неприемлемый риск достижения  $ET$ ,

$ET_{act}$  – текущее значение свойства;

$$\begin{aligned} \text{б) } & T_3(G_1) = T_3.ZC_4 \wedge ((T_3(G_2) = \\ & = T_3.ZC_7 \wedge ET_{opt} > ET_{act}) \vee (T_3(G_2) = \\ & = T_3.ZC_9 \wedge E_r < ET_{act})). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \mathbf{6.} \text{ Если } OEQ(G_1, G_2) \wedge (T_1(G_1) = \\ & = T_1(G_2) = ZI_{12}) \wedge (T_2(G_1) = T_2(G_2) = \\ & = ZI_{24}) \wedge (T_3(G_1) = T_3.ZC_{13}) \wedge (T_3(G_2) = \\ & = T_3.ZC_{14}). \end{aligned}$$

### Внешние интерактивные отношения между целями

Каждое из отношений рассматриваемого класса определяется для целей  $G_1, G_2$ , для которых

$$\exists (TR \in (PF \cup GF)) \mid INFL(G_1, G_2, TR),$$

где  $INFL$  – отношение влияния с предикатом  $B(G_1, G_2) \in MTR(TR)$  (см. (5)).

Класс составляют следующие отношения.

Отношение обеспечения

$$POSB(G_1, G_2, TR) \rightarrow (B(G_1, G_2) = \langle \text{pos}, d \rangle). \quad (6)$$

Отношение способствования

$$POSH(G_1, G_2, TR) \rightarrow (B(G_1, G_2) = \langle \text{pos}, h \rangle). \quad (7)$$

Отношение запрета

$$NEGB(G_1, G_2, TR) \rightarrow (B(G_1, G_2) = \langle \text{neg}, d \rangle). \quad (8)$$

Отношение помехи

$$NEGH(G_1, G_2, TR) \rightarrow (B(G_1, G_2) = \langle \text{neg}, h \rangle). \quad (9)$$

### Свойство актуализированности цели

Рассмотрим класс метризованных отношений, позволяющих формализовать свойство актуализированности цели  $G_0$  в рассматриваемом на момент  $TT$  состоянии  $PF$  и  $GF$ . Формализуемое свойство характеризует потенциальную возможность заданной цели  $G_0$  проявлять свои влияния в связи с имеющимися при текущем положении дел предпосылками ее выполнения.

В онтологии целей организации будем различать цели по их генезису: нормативные, плановые, фигурирующие в моделях решений (2) (как цель влияния, как цель сохранения состояния объекта негативного влияния и как цель действий по его нейтрализации), а также отражающие интересы стейкхолдеров. Таким образом, возникают три возможных для цели онтологических позиции  $\{P_j\}_{j=1, \dots, 3}$ . Введем показатель  $OP_i$  онтологического веса цели  $G_i$ , которому приписано значение в интервале  $(0, 1)$ , априори поставленное в соответствие ее онтологической позиции  $P_j$ .

Кроме того, будем полагать заданным значение показателя  $OW_i$  веса актуального статуса цели  $G_i$ , аналогично приписанное тому из четырех значений элемента  $ST(TT)$  из модели  $G_i$  вида (3), которое он имеет в момент  $TT$  рассмотрения этой цели. Таким образом, цель  $G_i$  характеризуется кортежем

$$\langle OP_i, OW_i \rangle. \quad (10)$$

Для некоторой цели  $G_0$  обозначим как  $NE$  мощность множества целей  $\{G_{0k}\}$ , представленных на момент  $TT$  в  $PF$  и  $GF$ , которые эквивалентны  $G_0$  в смысле отношения  $PEQ(G_0, G_{0k})$ . Аналогично, определим  $NC$  как мощность множества

$$\{G_{0l} \mid OPPOS(G_0, G_{0l})\}.$$

Уровнем онтологической поддержанности  $G_0$  в момент  $TT$  будем полагать

$$HO_1(G_0) = \sum_{k=1}^{NE} OP_k \cdot OW_k / NE,$$

а уровнем онтологических помех для  $G_0$

$$HO_2(G_0) = \sum_{l=1}^{NC} OP_l \cdot OW_l / NC.$$

При  $NE = 0$  или  $NC = 0$  соответствующий уровень определяется как нулевой.

Определим свойство онтологической актуализированности  $G_0$   $OA(G_0)$  с метрикой

$$MOA(G_0) = \frac{1 + HO_1(G_0) - HO_2(G_0)}{2}. \quad (11)$$

Перейдем к определению свойства интерактивной актуализированности  $G_0$ , обусловленной ее положением в деревьях целедостижения (5), представленных на момент  $TT$  в  $PF$  и  $GF$ , и позицией тех целей, которые составляют ее поддержку либо препятствие для нее в составе этих деревьев.

Определим для цели  $G_0$  множество  $GG$  интерактивно релевантных ей целей

$$GG = \{ G_i \mid \exists TR \mid (TR \in (PF \cup GF) \wedge B(G_0, G_i) \in TR) \}_{i=1}^{NG}, \quad (12)$$

где  $TR$  – дерево целедостижения,  $B(G_0, G_i)$  – непосредственная связь

$G_0$  с  $G_i$  как с детализирующей целью,

$NG$  – мощность множества  $GG$ .

Для каждой  $G_i$  определим множество  $TTR(G_0, G_i)$  деревьев целедостижения, которые удовлетворяют подусловию для них из (12), а также его разбиение

$$TTR(G_0, G_i) = TTR_1(G_0, G_i) \cup \cup TTR_2(G_0, G_i) \cup TTR_3(G_0, G_i) \cup \cup TTR_4(G_0, G_i), \quad (13)$$

в котором  $k$ -й элемент из (13) ( $k=1, \dots, 4$ ) имеет предикат, постулирующий отношение между  $G_0$  и  $G_i$  для всех входящих в него деревьев, соответствующее  $k$ -му элементу кортежа отношений

$$\langle POSB, POSH, NEGB, NEGH \rangle \quad (14)$$

и мощность  $NO_k = |TTR_k|$ .

Учитывая тот факт, что деревья целедостижения, рассмотренные в (12)–(13), имеют те же типы онтологических позиций, что и цели (принадлежность нормам, плановым структурам либо решениям), можно ввести для них показатель онтологического веса  $TOP$  (по аналогии с показателем  $OP$  для целей (см. (10))).

Цели, рассматриваемые в составе деревьев в (12)–(13), могут быть охарактеризованы весом своего актуального статуса  $OW$ , в полном соответствии с (10).

Определим степень влияния  $k$ -го типа (согласно (14)) цели  $G_i$  на цель  $G_0$

$$IH_k(G_0, G_i, TT) = \sum_{j=1}^{NO_k} TOP_j / NO_k$$

(со значением 0 при  $NO_k = 0$ ).

Посредством этого показателя можно построить оценки обусловленной  $G_i$  поддержки  $G_0$

$$LP(G_0, G_i, TT) = (IH_1 + 0.5IH_2) / 2,$$

а также обусловленного препятствования

$$LN(G_0, G_i, TT) = (IH_3 + 0.5IH_4) / 2.$$

Определим для  $G_0$  соответствующие показатели, интегрированные по всем  $G_i$  из (12) (при  $NG \neq 0$ ).

$$LP(G_0, TT) = \sum_{i=1}^{NG} LP(G_0, G_i, TT) \cdot OW_i / NG,$$

$$LN(G_0, TT) = \sum_{i=1}^{NG} LN(G_0, G_i, TT) \cdot OW_i / NG.$$

Далее определим свойство интерактивной актуализированности  $IA(G_0, TT)$  с метрикой

$$MIA(G_0, TT) = (1 + LP(G_0, TT) - LN(G_0, TT)) / 2.$$

Впрочем, используя (11), можно определить свойство результирующей актуализированности  $RA(G_0, TT)$  с метрикой

$$MRA(G_0, TT) = (OA(G_0, TT) + IA(G_0, TT)) / 2. \quad (15)$$

Предложенная формализация использует ряд упрощающих предположений:

- об отсутствии вклада в онтологическую актуализированность целей, соотнесенных с  $G_0$  отношением локально сниженной эквивалентности;
- о равноценности всех трех онтологических позиций цели в составе модели решения;
- об одинаковом влиянии онтологической и интерактивной актуализированности.

Все они могут быть упразднены при введении дополнительных весовых коэффициентов, специфичных для модели деятельности конкретной организационной системы.

### Свойство гипотетической достижимости цели в составе дерева целедостижения

На основе произведенной формализации свойства результирующей актуализированности цели при фиксированном состоянии поля целей и поля решений организации определим соответствующее свойство цели  $G_0$  в составе дерева целедостижения.

Будем рассматривать конструктивную модель  $G_0$  в составе дерева  $TR$  следующим образом:

$$KM(G_0) = \langle A_1, A_2 \rangle,$$

где  $A_1$  – аспект достаточности поддержки;

$A_2$  – аспект приемлемости помех.

Определим

$$A_1 = \{GP_i, W_i\}_{i=1}^{NP}, A_2 = \{GN_j, W_j\}_{j=1}^{NN},$$

где  $GP_i$  – цель, поддерживающая  $G_0$ ,  
 $W_i$  – сила поддержки (1 или 0.5 в зависимости от вида отношения из (14) между  $GP_i$  и  $G_0$ ),

$NP$  – число целей поддержки,

$GN_j$  – цель препятствования,

$W_j$  – сила препятствования,

$NN$  – число целей препятствования.

Тогда, сопоставив каждой цели  $GP_i$  либо  $GN_j$  оценку ее результирующей актуализированности  $MRA$  из (15), можно предложить метрики  $MA_1$  и  $MA_2$

$$MA_1 = \sum_{i=1}^{NP} W_i \cdot MRA(GP_i) / NP,$$

$$MA_2 = \sum_{j=1}^{NN} W_j \cdot (1 - MRA(GP_j)) / NN,$$

равные 0 при  $NP = 0$  или  $NN = 0$ .

Такое представление формальных оценок позволяет оценить достижимость  $MR(G_0)$  для  $G_0$  посредством линейной свертки соответствующего фрагмента дерева

$$MR(G_0) = (K_1 \cdot MA_1 + K_2 \cdot MA_2) / (K_1 + K_2),$$

где коэффициенты  $K_1, K_2$  определяют соотношение важности критериев поддержки и невоспрепятственности, характеризующее прерогативу рисков в конкретной задаче целедостижения.

Предложенный подход реализует многокритериальное представление достижимости цели. Он не позволяет выйти за рамки компенсаторной стратегии [10]. Однако он позволяет осуществлять гипотетическое сравнение разных вариантов управляющих воздействий, предоставляя экспертам контекст для их оценивания с позиций достижимости целей посредством характеристики положения дел и его возможного влияния. При этом представленные выше формальные оценки свойств могут быть применены вместе с экспертными для использования в правилах вывода диагностических и рекомендационных утверждений в рамках инструментария [11].

Модель экспертно-аналитического процесса, осуществляющего реализацию этих возможностей при поддержке выбора воздействия в широком контексте рассмотрения принимаемого решения, будет описана во второй части данной работы.

### Выводы

Предложенный формальный аппарат служит основой для оценивания достижимости целей выбираемого управляющего воздействия при имеющемся состоянии системы целей организации. Использование данных о таком состоянии опирается на ведение онтологически систематизируемого корпоративного знания о планах организации, интересах ее стейкхолде-

ров и принимаемых решениях. Это соответствует принципам и задачам, постулируемым направлением Semantic Business Process Management.

Объединение в используемом представлении целей как характеристик объекта целевого воздействия, так и отношений взаимовлияния целей позволяет рассматривать широкий спектр влияний на достижимость и систему разнотипных целей (по уровню управления, характеру влияния на объект, четкости критериев достижения).

Анализ уровня достижимости цели воздействия, рассматриваемого и оцениваемого в предложенной трактовке, обеспечивает возможность его использования в системе критериев оценки перспективности такого воздействия. При этом оценка осуществляется в связи с проблемной ситуацией решения и его возможными побочными последствиями.

Модели и процессы экспертно-аналитической реализации необходимого оценивания будут рассмотрены в следующей части статьи.

1. Ильина Е.П., Синицын И.П. Модели и методы поддержки аналитического сопровождения поля решений организации. *Проблемы програмування*. 2017. № 3. С. 113–127.
2. Taylor J. An Introduction to Decision Modeling with DMN. Decision Management Solutions, 2016. 12 p. Available at [www.omg.org/news/whitepapers/An\\_Introduction\\_to\\_Decision\\_Modeling\\_with\\_DMN.pdf](http://www.omg.org/news/whitepapers/An_Introduction_to_Decision_Modeling_with_DMN.pdf).
3. Decision Model and Notation (DMN). Version 1.1. Object Management Group, Inc, 2016. 182 p. [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.omg.org/spec/DMN/1.1>.
4. Skinner D.C. Introduction to Decision Analysis: A Practitioner's Guide to Improving Decision Quality. 3rd ed. Sugar Land, TX: Probabalistic Publishing, 2009. 350 p.
5. Ильина Е.П. Управление качеством организационных решений на основе формализованного корпоративного знания. Ч 1. Онтология организационных решений. *Математические машины и системы*. 2014. № 1. С. 129–142.

6. Ильина Е.П. Методы и модели использования экспертно-аналитического знания для поддержки принятия решений в организации. Часть 1. Модели знания о решениях. *Проблемы програмування*. 2016. № 1. С. 89–101.
7. Ильина Е.П. Экспертно-аналитическое сопровождение системы решений организации. МОДС2017. Доклады XII Международной научно-практической конференции Математическое и имитационное моделирование систем. 26–29 июня 2017 года, Чернигов. 2017. С. 319–323.
8. Giorgini P., Myloupoulos J., Nicchiatelli E., Sebastiani R. Formal Reasoning Techniques for Goal Models. In: S. Spaccapietra et al. (Eds), *Conceptual Modeling. – ER2002. Proc. of the 21-st Conference on Conceptual Modeling. LNCS2503*. Springer, 2002.
9. Popova V., Sharpanskykch A. Formal modelling of organizational goals based on performance indicators. In: *Data & Knowledge Engineering*. Vol. 70. ISS.4. Apr. 2011. P. 335–364.
10. Ногин В.Д. Линейная свертка критериев в многокритериальной оптимизации. *Искусственный интеллект и принятие решений*. 2014. № 4. С. 73–82.
11. Ильина Е.П., Слабоспицкая О.А., Синицын И.П., Яблокова Т.Л. Автоматизированная поддержка принятия решений по управлению программами фундаментальных научных исследований с использованием экспертной методологии. Препр. Киев: Институт программных систем НАН Украины, 2010. 94 с.

## References

1. Ilyina E.P., Sinitsyn I.P. Models and Methods for Automated Analytic Support of the Organization Decision Field [In Russian] In: *Problems in Programming*. 2017. N 3. P. 113–127
2. Taylor J. An Introduction to Decision Modeling with DMN. Decision Management Solutions, 2016. 12 p. Available at [www.omg.org/news/whitepapers/An\\_Introduction\\_to\\_Decision\\_Modeling\\_with\\_DMN.pdf](http://www.omg.org/news/whitepapers/An_Introduction_to_Decision_Modeling_with_DMN.pdf).
3. Decision Model and Notation (DMN). Version 1.1. – Object Management Group, Inc, 2016. – 182 p. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.omg.org/spec/DMN/1.1>.

4. Skinner D.C. Introduction to Decision Analysis: A Practitioner's Guide to Improving Decision Quality. 3rd ed. / D.C.Skinner – Sugar Land, TX: Probabalistic Publishing, 2009. – 350 p.
5. Iliina E.P. "Management of quality of organization decisions grounded on formalized corporation knowledge. P1. Ontology of organization decisions" [In Russian] In: Mathematic machines and Systems. 2014. N 1. P. 129–142.
6. Iliina E.P. Methods and models of the expert analytic knowledge using for the decision support in organization. P1. Decisions models [In Russian] In: Problems in Programming. 2016. N 1. P. 89–101.
7. Iliina E.P. Expert the Organization Decisions System [In Russian] // MODC2017. Reports of XII International scientific and practical conference/ "Mathematical and Simulating Modeling of Systems". – 26-29 June 2017. – Chernigov / 2017. P. 319–323.
8. Giorgini P., Myloupoulos J., Nicchiatelli E., Sebastiani R. Formal Reasoning Techniques for Goal Models // In: S. Spaccapietra et al. (Eds), Conceptual Modeling. – ER2002 // Proc. of the 21-st Conference on Conceptual Modeling. – LNCS2503. – Springer, 2002.
9. Popova V., Sharpanskykch A. Formal modelling of organizational goals based on performance indicators // In: Data & Knowledge Engineering. – V. 70. – ISS.4. – Apr.2011. P. 335–364.
10. Nogin V.D. Linear Convolution of Criteria in Multicriterial Optimization [In Russian] In: Artificial Intelligence and Decision Making. – 2014. – N 4. P. 73–82.
11. Iliina E.P., Slabospitskaya O.A., Sinitsyn I.P., Yablokova T.L. Computer Support of decision making in the fundamental scientific research programs management using the expert methodology [In Russian] Kiev, 2010. – 94P. (Preprint. – Kiev. – Software Systems Institute of NAS of Ukraine, 2010).

Получено 30.08.2017

**Об авторе:**

*Ильина Елена Павловна,*  
кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник,  
ведущий научный сотрудник  
Количество научных публикаций в  
украинских изданиях – 60  
<http://orcid.org/0000-0002-1528-366X>

**Место работы автора:**

Институт программных систем  
НАН Украины,  
03187, Киев-187,  
проспект Академика Глушкова, 40.  
E-mail: [Ilyina elena1@ukr.net](mailto:Ilyina elena1@ukr.net)