

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ. ЧАСТЬ 2. ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ И АНАЛИЗ ГАРМОНИЧНОСТИ ПОЛЯ РЕШЕНИЙ

На основе предложенной ранее онтологической модели системы решений организации, отражающей нормативное знание и взгляды специалистов, формализованы отношения между решениями. Классами отношений являются генетический, координационный (связность и сходство), противопоставляющий. Определены восемь видов отношений класса кластеризующих, которые выделяют подмножества поля решений с элементами, составляющими зоны рисков определенных видов либо средства противодействия им по отношению к заданному решению. Формализованы и метризованы базовые показатели гармоничности поля решений. Рассмотрены возможности использования отношений при аналитической поддержке организационных решений.

Ключевые слова: организационное решение, онтология сферы принятия решений, поле решений организации, онтологические отношения, интеллектуальная поддержка решений организации.

Введение

В первой части статьи была предложена онтология поддержки принятия решений организации *OSDM*, концепты которой представляют девять категорий: Решение, Цель, Воздействие, Побочное влияние, Проблемная ситуация, Ценность, Модель ценности, Конгломерат целей, Конгломерат решений.

Каждая категория *K* характеризуется своей моделью, в которой выделяются виды частичных определений, совокупность которых, в их конкретизированном виде, описывает концепт данной категории.

Модель концепта *C* имеет вид

$$M(C) = \left\{ DP_i, \left\{ INT(r_{ij}) \right\}_{j=1}^{N_i} \right\}_{i=1}^{M_k}, \quad (1)$$

где DP_i – *i*-й вид частичного определения для категории *K*; r_{ij} – ролевая позиция из состава частичного определения; N_i – число ролевых позиций в DP_i ; M_k – число частичных определений в модели категории *K*; $INT(r_{ij})$ – интерпретация ролевой позиции, осуществляющая ее конкретизацию применительно к концепту *C*.

Интерпретация может осуществляться:

– другими концептами (как принадлежащими *OSDM*, так и заимствованными в актуальных подонтологиях описания организации [1];

– характеристиками *M* из универсума характеристик *OSDM*, для которых определено множество возможных значений.

Экземпляром $\uparrow C$ концепта *C* является реализация модели $M(C)$, сформированная отображением *con*:

$$\begin{aligned} \forall CC \in INT(r_{ij}) \quad con(CC) = \uparrow CC, \\ \forall H \in INT(r_{ij}) \quad con(H) = Z(H), \\ i = \overline{1, M_k}, j = \overline{1, N_i} \quad (\text{см. (1)}), \end{aligned} \quad (2)$$

где *CC* – концепт, *H* – характеристика, $Z(H)$ – значение характеристики.

Для ролевых позиций, которым в модели категорий разрешена недоопределенность [2], в экземпляре допустимы пустые значения.

Поле решений организации *SF* представляет собой множество экземпляров концептов категории Решение, описывающих те организационные решения, которые принимались, принимаются, выполняются:

няются или являются выполненными на данный момент.

В данной части статьи представлен формализм отношений между концептами *OSDM*, а также модель их использования в операциях ведения и анализа поля решений в интеллектуальной информационной технологии поддержки принятия решений.

Состав и формат описания системы отношений между концептами *OSDM*

Для формализации отношений между концептами, заданными моделями вида (1), и моделями их использования, введем следующую систему нотаций.

Косвенным определением концепта или множества концептов служит предикат, который включает логические условия, задающие соотношения между элементами моделей одного или нескольких концептов.

Обозначим $R_j.PK_i(C)$ – j -ю роль в частичном определении PK концепта C , где символ K имеет значение, соответствующее начальным буквам имени категории. Это обозначение предназначено для задания прямого определения концепта (множество имен категорий и спектр их частичных определений и ролей были введены в предыдущем разделе).

Выражение

$$X(\underline{INT})R_j.PK_i(C) \quad (3)$$

будем использовать для утверждения о том, что концепт или характеристика X входят в интерпретацию роли R_j .

Выражение $Type(X)=EC$, где EC – обозначение одной из категорий *OSDM*, описанных в Части 1, определяет категорию концепта, обозначенного переменной X . Выражение $Type(X)=H$, где H – имя характеристики, используется аналогично. $X1=X2$ означает тождество концептов или характеристик, обозначенных $X1$ и $X2$, $X=z$ задает значение z характеристики, обозначенной в определении как X .

Отношения между компонентами *OSDM*, составляющие множество REL в

модели *OSDM* [2] характеризуются своими предикатами и, в ряде случаев, метриками. Соответствующие предикаты являются логическими выражениями относительно операндов, имеющих вид (3), задавая косвенное определение множества элементов из экстенционала отношения.

Существование отношения $\underline{RR} \in REL$ между $X1, X2$ обозначается $X1(\underline{RR})X2$, либо $X1=(\underline{RR})(X2)$, если \underline{RR} – отображение.

В качестве универсумов для переменных выступают множества всех концептов CC и всех характеристик CH . Это обеспечивает возможность квантификации в логических утверждениях, оперирующих выражениями рассмотренного вида, используемых для косвенного определения концептов и задания предикатов отношений.

Утверждения об экземплярах концептов и значениях характеристик используют обозначения, аналогичные (3), в которых X заменяется на $(\uparrow X)$, а C на $(\uparrow C)$.

Операции сравнения для экземпляров концептов сводятся к установлению тождества, а для значений характеристик – включают все операции с соответствующим типом значений, которым обладает данная характеристика в составе универсума характеристик *OSDM*.

Универсумом, в котором осуществляется квантификация в предикатах отношений между экземплярами, является поле решений SF или его специфицированное подмножество.

Множество отношений REL состоит из четырех непересекающихся классов

$$REL = RG \cup RC \cup RD \cup RCL,$$

где RG – генетический;

RC – координирующий;

RD –противопоставляющий;

RCL – кластеризующий.

Генетические отношения

Генетический класс включает отношения Класс – Подклассы (\underline{ISA}) и Целое

– Части (*PARTOF*). Они соотносят концепты, принадлежащие одной категории.

Для концепта *C* такие отношения определяются их непосредственной декларацией в форме специального типа частичных определений *ISA(C)* и *PARTOF(C)* в составе модели (1). Эти частичные определения отличаются от рассмотренных в Части 1 тем, что их модели одинаковы для всех моделей категорий, а также тем, что один концепт может иметь в своей модели несколько таких однотипных частичных определений. Идентификационно они отличаются индексами, а содержательно – составом интерпретирующих концептов, будучи обусловленными разными функциональными потребностями.

Отношение Класс – Подклассы имеет модель

$$MISA(C) = (R_1 : \{C_1, \dots, C_i, \dots, CA_n\}, \\ R_2 : \{PR_1, \dots, PR_i, \dots, PR_m\}),$$

где R_1 – роль Состав; CA_i – концепт, являющийся непосредственной конкретизацией *C*; R_2 – роль Наследуемые свойства;

$$PR_i = \langle K_i, CC_i \rangle,$$

где $K_i = \langle R_j, PC_e \rangle$ (PC_e – частичное определение в модели концепта *C*); CC_i – концепт, для которого

$$CC_i(\underline{INT})R_j.PC_e(C), PC_e \notin (ISA, PARTOF).$$

Для экземпляров концептов $\uparrow C2 = (\underline{ISA})\uparrow C1$ если и только если

$$\langle \uparrow X, Y \rangle (\underline{INT})R_2.ISA(\uparrow C1) \rightarrow \\ \rightarrow \uparrow X(\underline{INT})Y.PC_1(\uparrow C2).$$

Для отношения *PARTOF* используется модель специализированного частичного определения

$$MPARTOF(C) = (r_1 : \{CA_1, \dots, CA_i, \dots, CA_n\}, \\ r_2 : \langle CI, \{CC\}, PROC_1 \rangle, \\ r_3 : \langle Id, \{IdP\}, PROC_2 \rangle), \quad (4)$$

где r_1 – роль Состав; CA_i – концепт, соответствующий *i*-й части *C*; r_2 – роль Интеграция; $PROC_i$ – процедура интеграции значений характеристик частей; $\{CC\}$ – множество таких характеристик; CI – интегрирующая характеристика концепта *C*; r_3 – роль Идентификация состава; $PROC_2$ – процедура формирования идентифицирующего параметра *IdP* концепта – части на основе параметра *Id*, идентифицирующего *C*.

При этом роль r_2 не является обязательной. Условием для $\uparrow C2 = \underline{PARTOF} \uparrow C1$ является $C2 = \underline{PARTOF} C1$ при выполнении тех условий соответствия идентифицирующих параметров, которые определены процедурой $PROC_2$ в (4).

Отношения координации

Координирующий класс включает отношения связности *BOND* и аналогии *AN*, функционально используемые: для формирования контекстов постановок проблем, для решения задач оценки и обобщения, а также при анализе влияний в поле решений.

Отношение связности пары концептов $\langle C1, C2 \rangle$

$$BOND(C1/RL1, C2/RL2) \quad (5)$$

определяет их концептуальную связь с позиций указанных ролей из состава их частичных определений

$$RL_1 = R_{S1}.PC_{T1}(C1),$$

$$RL_2 = R_{S2}.PC_{T2}(C2).$$

Предикат отношения имеет вид

$$\{X | (X(\underline{INT})RL1 \wedge X(\underline{INT})RL2)\} \neq \emptyset. \quad (6)$$

Для экземпляров $\uparrow C1, \uparrow C2$

$$BOND(\uparrow C1/RL1, \uparrow C2/RL2)$$

включает в свой предикат условие *BOND* ($C1/RL1, C2/RL2$) и аналог (6), где *X* заменяется на $\uparrow X$.

Отношения аналогии концептов включают два вида сходства из рассмот-

ренных ранее в [4]. Они являются метризованными.

Отношение элементарного прямого сходства

$$EAND(C1, C2, PC)$$

устанавливается для концептов $C1, C2$ одинаковой категории Cat в аспекте частичного определения PC .

Его предикат имеет вид

$$\{X | (X(\underline{INT})R_i.PC(C1) \wedge \wedge (X(\underline{INT})R_i.PC(C2)))_{i=1}^N \neq \emptyset, \quad (7)$$

где N – число ролей в PC .

Степень аналогии $V(EAND) = RP/N$,

где RP – мощность множества (7).

Отношение комплексного прямого сходства

$$UAND(C1, C2, PPC),$$

где $PPC = \{PC_i\}_{i=1, M}$; M – число частичных определений в модели категории Cat .

Его предикат имеет вид

$$\wedge_{i=1}^M \left(\wedge_{j=1}^{N_i} (EAND(C1, C2, R_{ij}, PC_i)) \right), \quad (8)$$

где N_i – число ролей в PC_i .

Степень аналогии $V(UAND)$ определяется усреднением оценок $V(EAND)$ всех отношений из состава (8).

Отношение косвенного сходства

$$SAND(C1, C2, PC)$$

устанавливается для концептов $C1, C2$ одной категории по частичному определению PC . Основанием сходства служит комплексное прямое сходство между концептами, интерпретирующими каждую из ролей в составе PC . Таким образом, может быть выявлено сходство между $C1$ и $C2$ даже в условиях, когда они определены через непересекающиеся наборы концептов.

Такое сходство может быть актуальным при интеграции разных концептуальных взглядов. Оно полезно также для формирования ретроспективных контекстов деятельности ЛПР в условиях, когда решение вырабатывается в пограничных

функциональных областях либо при изменчивости используемой терминологии.

Для оценки степени сходства $V(SAND)$ может использоваться метрика из [4].

На случай сопоставления экземпляров концептов $\uparrow C1, \uparrow C2$ все рассмотренные отношения распространяются посредством проверки условия наличия отношения для концептов и замены в выражениях для предикатов и метрик всех концептов и характеристик на их значения. В случае наличия неопределенных интерпретаций в определениях одного из экземпляров, такие определения дополняются элементами, содержащимися в определении второго. Таким образом, неопределенность трактуется в пользу сходства.

Отношения противопоставления

Противопоставляющий класс содержит, в качестве базового, отношение оппозиции

$$OPPOS(C1, C2, ST(Cat), HO), \quad (9)$$

где $C1, C2$ – концепты категории Cat , ST – ядро стабильности; PC – частичное определение, служащее, вместе со своими m ролями, основанием сравнимости концептов; HO – ключ противопоставления;

$$ST(Cat) = \langle PC, \{R_j\}_{j=1}^m \rangle, \quad (10)$$

$$(HO \in CH) \wedge Az(HO) = \{ \langle z, -z \rangle \}.$$

При этом противоположность значений характеристики HO $z, (-z)$ означает функциональную полярность, характеризующих ими объектов, ситуаций и результатов оперирования в ПрО.

Отношение определяется следующей системой условий.

$$1) \exists R_{ij} | R_{ij} \in M(C1) \wedge R_{ij} \in M(C2) \wedge HO \in AINT(R_{ij}) \text{ (см.(1))};$$

2) полярные значения HO декларированы уже на уровне моделей $M(C1), M(C2)$;

$$3)\{BOND(C1/RL_j, C2/RL_j)\}_{j=1}^m, (11)$$

где $RL_j = PC . R_j - j$ -й элемент множества m ролей в ядре стабильности (10).

Среди категорий концептов онтологии OSG , описанных выше, перечисленным условиям соответствует, прежде всего, Цель (G).

Для этой категории, модель которой дана в Части 1 [2], в качестве HO выступает параметр Направление изменения ($R_3.PG_1$), а в качестве ядра стабильности

$$ST(G) = \langle PG_1, (R_1, R_2) \rangle,$$

то есть сравнимость требует совпадения целевого объекта и его целевой характеристики либо выполнения для объекта условия

$$\begin{aligned} X(\underline{INT})R_1.PG_1(C1) \wedge Y(\underline{INT})R_1.PG_1(C2) \wedge \\ (X \underline{ISA} Y) \wedge (Z(\underline{INT})R_2.PG_1(C1)) \\ \wedge (Z(\underline{INT})R_2.ISA(X)). \end{aligned}$$

Отношение можно сокращенно записать $OPPOS(C1, C2, G)$ и распространять на экземпляры целей, заменив в условии (11) $C1, C2$ на $\uparrow C1, \uparrow C2$.

Еще одним проявлением отношения оппозиции служит отношение OPC Компенсирующая противоположность, между концептами GO категории Цель (G) и концептом UO – категории Побочное влияние (UI).

Предикат $OPC(GO, UO)$:

$$\begin{aligned} BOND(GO/R_1.PG_1, UO/R_2.PUI_1) \wedge \\ \wedge (\text{Направлен и, z})(\underline{INT})R_4.PUI(UO) \wedge \\ \wedge (\text{Направлен и, -z})(\underline{INT})R_3.PG_1(GO). \end{aligned}$$

На основе рассмотренного отношения оппозиции могут быть формализованы различные отношения противопоставленности концептов одной категории. Они основаны – на противоположности первого порядка, если противоположные цели осуществляют интерпретацию ролей модели; на противоположности второго порядка, если такая интерпретация осуществляется концептами, реализующими противо-

положность первого порядка, и т. д., итеративно.

Для задач анализа поля решений наибольший интерес представляют отношения противопоставленности между концептами категории Решение (D), распространяемые и на их экземпляры.

Их предикаты имеют структуру, аналогичную (9), включая ядро стабильности и ключ противопоставления. Сопоставимость определяется предикатом противопоставления целей, на котором основывается, как на базовом, такое отношение.

Соответствующие отношения описаны, вместе с их ключами противопоставления, в табл. 1. В ней указаны противопоставляемые роли, с учетом реализуемого порядка противоположности. Обозначение частичных определений в модели категории Решение и моделях интерпретирующих концептов взяты из табл. 1–9 Части 1 данной статьи. При этом используется последовательность нотаций вида (2). Каждая цепочка, составляющая определение роли, по которой осуществлено противопоставление, заключена в фигурные скобки.

Отношения кластеризации

Выявление, анализ и коррекция структурно-функциональных свойств поля решений организации основываются на системе отношений между решениями, принадлежащих классу кластеризующих.

Отношения этого класса имеют обобщенную модель

$$MR = RELT(DEC_0, \{DEC_i\}_{i=1}^N), (12)$$

где $RELT \in T$ – один из семантических видов кластеров; T – множество таких видов; DEC_0 – центральное решение; DEC_i – соотнесенное решение.

Такое отношение определяет состав кластера – типизированной подструктуры поля решений. Она обладает функциональной индивидуальностью и аккумулирует те решения, которые находятся с центральным во взаимодействии, соответствующем виду кластера $RELT$. Элементы

Таблица 1. Отношения противоположности

Отношение	Обозначение	Порядок противоположности	Противопоставление	Семантика
Стратегическая противоположность	<i>CONTRDS</i>	1	$R_1.PD_1(D)$	Противоположность целей воздействия на проблемную ситуацию
Тактическая противоположность	<i>CONTRDT</i>	2	$X(\underline{INT})R_3.PD_3(D);$ $Y(\underline{INT})R_1.PCA_1(X)$	Наличие противоположных по цели воздействий среди приемлемых
Противоположность выбора	<i>CONTRDCH</i>	2	$X(\underline{INT})R_3.PD_4(D);$ $Y(\underline{INT})R_1.PCA_1(X)$	Противоположность целей выбранных воздействий
Стратегическая несовместимость выполнения	<i>INCOMDS</i>	4	$\{X1(\underline{INT})R_3.PD_4(D1),$ $Y1(\underline{INT})R_3.PCA_3(X1),$ $Z1(\underline{INT})R_1.PUI_2(Y1),$ $ZZ1(\underline{INT})R_3.PCA_3(Z1)\}$ $\{X2(\underline{INT})R_3.PD_4(D2),$ $Y2(\underline{INT})R_1.PCA_1(X2)\}$	Противоположность целей устранения последствий одного решения цели воздействия, реализуемого вторыми
Операционная несовместимость выполнения	<i>INCOMDO</i>	4	$\{X(\underline{INT})R_3.PD_4(D),$ $Y(\underline{INT})R_3.PCA_3(X),$ $Z(\underline{INT})R_1.PUT_2(Y),$ $ZZ(\underline{INT})R_3.PCA_3(Z)\}$	Цели преодоления побочных последствий решений противоречат друг другу
Компенсирующая противоположность	<i>COMCON</i>	2	$\{X1(\underline{INT})R_3.PD_4(D1),$ $Y1(\underline{INT})R_1.PCA_1(X1)\}$ $\{X2(\underline{INT})R_3.PD_4(D2),$ $Y2(\underline{INT})R_3.PCA_3(X2)\}$	Цель воздействия, оказываемого одним решением, противоположна побочному влиянию другого

DEC_i удовлетворяют условиям предиката $PRED(RELT)$. Этот предикат регламентирует необходимые и достаточные условия принадлежности экстенсионалу отношения для экземпляра решения DEC_i . Он формируется относительно значений элементов частичных определений DEC_0 и DEC_i .

Множество T из (12) имеет состав
 $T = (CAS, CHAIN, PD, CLEAN,$
 $DARK, NEG, CONC, PA),$

где CAS – каскад; $CHAIN$ – цепь; PD – подушка безопасности; $CLEAN$ – нейтра-

лизатор побочных последствий; $DARK$ – область тени решения; NEG – окрестность помех для решения; $CONC$ – окрестность конкурентности; PA – сфера альтернативного оперирования ситуацией.

Каждый из типов кластеров представлен предикатом, имеющим формат логического выражения, в составе которого выделены предметно целостные условия EP . Эти выражения используют модели категорий концептов $OSDM$, описанные в первой части статьи [2]. Описание соответствующих кластеров приведено в табл. 2 Условия, составляющие их предикаты, показаны на рис. 1.

$PRED(CAS) = EP1 \wedge EP2 \wedge EP3 \wedge EP4 \wedge EP5$

$EP1. Y_0(\underline{INT})R_1.PD_0(DEC_0) \wedge X(\underline{INT})R_5.PD_0(DEC_i) \wedge X(\underline{INT})R_5.PD_0(DEC_0) \wedge$
 $Y_i(\underline{INT})R_1.PD_0(DEC_i) \wedge (z(Y_0) < z(Y_i))$

$EP2. X_0(\underline{INT})R_6.PD_0(DEC_0) \wedge X_i(\underline{INT})R_6.PD_0(DEC) \wedge ((X_i = X_0) \vee (X_i(\underline{ISA})X_0) \vee$
 $(X_i(\underline{PARTOF})X_0))$

$EP3. X_0(\underline{INT})R_3.PD_4(DEC_0) \wedge Y_0(\underline{INT})R_3.PCA_1(X_0) \wedge X_i(\underline{INT})R_3.PD_4(DEC_i) \wedge$
 $Y_i(\underline{INT})R_3.PCA_1(X_i) \wedge ((Y_i = Y_0) \vee Y_i(\underline{ISA})Y_0 \vee Y_i(\underline{PARTOF})Y_0)$

$EP4. X_0(\underline{INT})R_3.PD_4(DEC_0) \wedge Y_0(\underline{INT})R_2.PCA_2(X_0) \wedge X_i(\underline{INT})R_3.PD_4(DEC_i) \wedge$
 $\wedge Y_i(\underline{INT})R_2.PCA_2(X_i) \wedge ((Y_i = Y_0) \vee (Y_i(\underline{ISA})Y_0) \vee (Y_i(\underline{PARTOF})Y_0))$

$EP5. X_0(\underline{INT})R_{1,1}.PD_0(DEC_0) \wedge X_i(\underline{INT})R_{1,1}.PD_0(DEC_i) \wedge z(X_i) \leq z(X_0)$

$PRED(CHAIN) = EP1 \wedge EP2 \wedge EP3$

$EP1. X_i(\underline{INT})R_{1,2}.PD_0(DEC_i) \wedge X_{i+1}(\underline{INT})R_{1,2}.PD_0(DEC_{i+1}) \wedge (z(X_{i+1}) > z(X_i))$

$EP2. X_i(\underline{INT})R_6.PD_0(DEC_i) \wedge X_i(\underline{INT})R_6.PD_0(DEC_{i+1})$

$EP3. X_i(\underline{INT})R_1.PD_3(DEC_i) \wedge X_i(\underline{INT})R_1.PD_3(DEC_{i+1})$

$PRED(PD) = X_0(\underline{INT})R_3.PD_4(DEC_0) \wedge Y_0(\underline{INT})R_1.PCA_1(X_0) \wedge$
 $X_i(\underline{INT})R_3.PD_3(DEC_i) \wedge Y_i(\underline{INT})R_1.PCA_1(X_i) \wedge \underline{OPPOS}(Y_0, Y_i, G)$

$PRED(CLEAN) = EP1 \wedge EP2 \vee EP3$

$EP1. X_0(\underline{INT})R_4.PD_4(DEC_0) \wedge Y_0(\underline{INT})R_4.PCA_1(X_0) \wedge X_i(\underline{INT})R_4.PD_4(DEC_i) \wedge$
 $\wedge Y_i(\underline{INT})R_4.PCA_1(X_i) \wedge (z(Y_i) \geq z(Y_0))$

$EP2. \underline{CONCOM}(DEC_i, DEC_0)$

$EP3. X_0(\underline{INT})R_3.PD_4(DEC_0) \wedge Y_0(\underline{INT})R_3.PCA_3(X) \wedge Z_0(\underline{INT})R_1.PUI_2(Y_0) \wedge$
 $\wedge XX_i(\underline{INT})R_3.PD_4(DEC_i) \wedge (XX_i = Z_0)$

$PRED(DARK) = EP1 \vee EP2$

$EP1. \underline{CONTRDCH}(DEC_0, DEC_i)$

$EP2. \underline{INCOMDS}(DEC_0, DEC_i) \wedge DEC_i(\underline{LATER})DEC_0$

$PRED(NEG) = (\underline{DARK}(DEC_i, DEC_0)) \vee \underline{INCOMDO}(DEC_i, DEC_0)$

$PRED(CONC) = EP1 \wedge EP2$

$EP1. X(\underline{INT})R_5.PD_0(DEC_0) \wedge X(\underline{INT})R_5.PD_0(DEC_i)$

$EP2. X_0(\underline{INT})R_3.PD_4(DEC_0) \wedge Y_0(\underline{INT})R_3.PCA_1(X_0) \wedge X_i(\underline{INT})R_3.PD_4(DEC_i) \wedge$
 $\wedge Y_i(\underline{INT})R_3.PCA_1(X_i) \wedge (z(Y_0) \cap z(Y_i) \neq \emptyset)$

$PRED(PA) = (X_0(\underline{INT})R_1.PD_1(DEC_0) \wedge X_0(\underline{INT})R_1.PD_1(DEC_i))$

Рис. 1. Предикаты отношений кластеризации

Таблица 2. Отношения кластеризации

Тип и обозначение кластера	Семантика	Использование для автоматизированной поддержки принятия решений
Каскад <i>CAS</i>	Множество решений, осуществляющих декомпозицию центрального в рамках одного временного интервала	Выявление и систематизация решений, вырабатываемых в разных центрах принятия для одного объекта управления; сопоставление решений планового этапа с предложениями исполнителей; гармонизация новых планируемых управленческих воздействий с выполняемыми и выполненными
Цепь <i>CHAIN</i>	Кортеж решений $\langle DEC_i \rangle$ – последовательно осуществляемых воздействий на объект управления, с начальным решением DEC_0	Задачи анализа преемственности и непротиворечивости управлений между циклами планирования
Подушка безопасности <i>PD</i>	Решения, которые могут служить для возвращения объекта решения DEC_0 в исходное состояние	Для критичного принимаемого решения DEC_0 кластер демонстрирует все зафиксированные в поле решений варианты воздействия, страхующие от необратимости последствий. Те из них, которые действуют и на текущий момент, должны трактоваться как угроза для успешного выполнения DEC_0
Нейтрализатор побочных влияний <i>CLEAN</i>	Решения, которые способны служить нейтрализации негативных влияний DEC_0	Создание приоритетных условий выполнения для нейтрализующих решений; обнаружение отсутствия таковых, действующих в нужном интервале времени, и придание актуальности имевшимся; создание аргументов в пользу предложенных для других целей решений, рейтинг которых по их целевым показателям невысок, но важна их нейтрализующая функция
Область тени решения <i>DARK</i>	Решения из <i>SF</i> , на которые могут быть оказаны негативные влияния со стороны DEC_0	Выявление решений, нуждающихся в дополнительной защите или мониторинге выполнения, в случае принятия DEC_0
Окрестность помех для решения <i>NEG</i>	Решения, мешающие достижению эффекта DEC_0 (как по своим целевым действиям, так и по устранению их последствий)	Диагностика помех новому решению со стороны имеющихся и координация решений в текущем состоянии <i>SF</i>
Окрестность конкуренции <i>CONC</i>	Решения, использующие ресурсы, необходимые для DEC_0 , на том же интервале времени	Обнаружение решений, нуждающихся в дополнительном выделении ресурса, а также в необходимости изменения сроков выполнения
Сфера альтернативного оперирования ситуацией <i>PA</i>	Решения, принимавшиеся по поводу той же проблемной ситуации, что и DEC_0	Выработка контекстов для этапов анализа проблемной ситуации и постановки проблемы, позволяющая выбирать наиболее эффективный подход из предложенных и проверять непротиворечивость планируемых действий с проблемной ситуацией по отношению к уже выполняемым действиям

Анализ гармоничности состояния поля решений организации

На основе описанных выше структур знания, образующих концептуальную среду поддержки процессов принятия решений в организации, можно построить модель гармоничности ее поля решений SF и предложить методы анализа аспектов и уровней гармоничности. Такая модель должна использоваться:

– для анализа эффекта введения в SF вырабатываемого нового решения, что позволит выбрать варианты воздействий, наименее искажающие состояние SF ;

– для анализа текущего состояния SF , в результате которого дается оценка удовлетворительности политики организации в сфере принятия решений;

– для оптимизации состава и состояния SF , основанного на оперировании решениями, в зависимости от их текущей стадии, критичности и ансамблевой значимости, с целью достижения рационального баланса аспектов гармоничности.

Будем полагать фиксированными в произвольный момент T состояние онтологии решений и состояние поля решений.

Под состоянием онтологии $ONT(T)$ на момент T будем понимать множество концептов со своими моделями (1) и их экземпляров (2), частично или полностью определенных на момент T .

Модель состояния поля решений имеет вид

$$MSSF(T) = (\{D_i, ST(D_i), FL(D_i), \{AD_{ji}\}_{j=1}^{Mi}, Q\}_{i=1}^N, QG), \quad (13)$$

где T – момент времени; D_i – решение из состава SF ; $ST(D_i) \in SST$ – статус решения в момент T ; $SST = \{\text{выполненное, выполняемое, принимаемое, принятое и отмененное, вырабатывавшееся и отклоненное}\}$; $FL(D_i)$ – множество полностью

выполненных на момент T этапов принятия D_i ; $\{AD_{ji}\}$ – множество мощности M_i решений $AD_{ji} \in SF$, входящих в кластеризующие отношения с D_i ; $Q = \langle Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 \rangle$ – множество показателей гармоничности положения D_i в SF ; QG – множество интегральных показателей гармоничности SF ; N – число решений в SF .

Каждый из показателей QG_j имеет модель

$$MQG_j = (HO_j, DI_j, APR_j, RCP_j, M_j, INT_j),$$

где HO_j – множество объектов деятельности организации, представленных в ее онтологии [2] и проецируемых в модели решений из SF , гармоничность которого оценивается Q_j ; DI_j – множество общих требований к объектам из HO_j , определяющих состояние поля решений, идеальное в аспекте Q_j ; APR_j – предикат, определяющий необходимые и достаточные условия по отношению к онтологическим связям элементов кортежа $\langle D_i, \{AD_{ji}\} \rangle$, обеспечивающие идеальный вклад D_i в QG_j ; RCP_j – условия рационального сужения области приложения APR_j ; M_j – метрика для оценки уровня достигнутой APR_j при реальном положении дел в SF на момент T , обусловленном D_i ; INT_j – модель интеграции оценок $\{EV_{ij}\}_{i=1}^N$ для вкладов решений в QG_j , вычисленных в соответствии с метрикой M_j .

Под состоянием поля решений $SF(T)$ будем понимать интерпретацию модели (13) значениями ее элементов, которыми они обладают в момент T .

Множество Q и соответствующие его элементам HO_j и RCP_j охарактеризованы в табл. 3.

Таблиця 3. Характеристика аспектів гармоничності поля рішень організації

Аспект гармоничності	Гармонізуємі об'єкти	Ідеалізовані вимоги	Умови звуження області застосування вимог
Неперервність тенденцій розвитку	Тренди зміни стану об'єктів управління	Непротирічність планів по управлінню, відсутність неконтрольованих змін стану, умовленість змін змінюваною метою і пріоритетів	В межах актуального циклу планування
Целева адекватність	Цілі рішень, цілі організації	Непротирічність цілей: між етапами процесу рішення, між рішеннями, цілями рішень і організації. Актуальність цілей рішення для цілей організації	В актуальному часовому інтервалі дії цілей
Удовлетвореність зовнішнього якості	Цілі рішень, рейтинги варіантів управління впливів, інтереси стейкхолдерів	Вовлеченість стейкхолдерів в процеси прийняття рішень, урахунок в моделі цінності впливів на інтереси, включення кола затрагованих інтересів в контекст прийняття рішення	При відборі і урахуванні інтересів на основі рейтингу стейкхолдерів, відображаючого їх ступінь зацікавленості і впливовості
Обоснованість	Різні точки зору на предметну область	Вовлеченість всіх компетентних ділових груп в процес прийняття рішення, повнота аргументації дій процесу, загальноприйнятність базису аргументації, досягнутість і ціна компромісу	Баланс: вимоги рівня партисипативності і характеристик компромісу – з очікуваним рівнем ризику
Безпечність	Наслідки для об'єктів управління, умовлені взаємодіями рішень	Контроль і забезпечення наявності механізмів повернення об'єкта управління в початковий стан за допомогою активізації відповідних рішень. Діагностика: – перешкоди рішення; – негативних впливів на результати інших рішень; – конкуренції за ресурси з іншими рішеннями	Критичність рішень
Адаптуємість	Пріоритети вибору і динаміка середовища	Повнота представлення впливів зовнішніх факторів в моделях рішень (на всіх етапах процесу); включення даних про стан середовища в контексти	Вибір факторів, які можуть слугувати причиною і обґрунтуванням скасування рішень

Розглянемо предикати APR_j для п'яти показників гармоничності, представлених в таблиці.

Для цього введемо ряд додаткових позначень:

$AT(DEC)$ – інтервал часу, в якому діє рішення DEC ;

GOR – множина цілей організації, тобто цілей, для яких позиція $R_1.PG_2$ інтерпретована відповідним іменем власника;

$RETRP(T)$ – множина рішень, виконаних на моменту T з позитивною оцінкою результату виконання;

$MEET(D_1, D_2)$ – інтервали времени действия решений D_1, D_2 пересекаются;

D_i – решение, чьи идеальные условия гармоничности включения в SF описываются предикатом;

$D_j, (j \neq i), AD_j$ – элементы поля решений.

Непрерывность тенденций развития
 UTD_i

$$PRED(UTD_i) = EP1 \wedge EP2 \wedge EP3$$

$$\begin{aligned} EP1. \forall AD (CONTRDCH(AD, D_i) \wedge \\ \wedge D_i(\underline{LATER})AD) \rightarrow X(\underline{INT})R_1.PD_5(AD) \wedge \\ \wedge Y(\underline{INT})R_2.PD_5(AD) \wedge (Z(X) < L_1) \vee \\ \vee (Z(Y) < L_2) \vee (X_1(\underline{INT})R_3.PD_4(AD) \wedge \\ \wedge XX_1(\underline{INT})R_1.PCA_3(X_1) \wedge \\ \wedge X_2(\underline{INT})R_3.PD_4(D_i) \wedge \\ \wedge XX_2(\underline{INT})R_1.PCA_3(X_2) \wedge \\ \wedge (F \in X_1 \cap X_2) \wedge (f_1 = z(X_1)) \wedge \\ \wedge (f_2 = z(X_2)) \wedge (f_1 \neq f_2), \end{aligned}$$

где L_1, L_2 – нижние допустимые границы значений соответствующих характеристик. Противоположное решение может следовать за данным, только если данное признано неудовлетворительным либо какой-то из факторов, влияющих на эффективность прежнего, изменил свое значение.

$$\begin{aligned} EP2. \forall (D_1, AD) (\underline{CASC}(D_1, AD) \wedge \\ \wedge \underline{CASC}(D_1, D_i)) \rightarrow \neg \underline{CONTRDT}(D_i, AD) \wedge \\ \wedge \neg \underline{NEG}(D_i, AD) \wedge \neg \underline{CONTRDT}(D_1, D_i) \wedge \\ \wedge \neg \underline{NEG}(D_i, AD). \end{aligned}$$

Никакие решения из каскада, раскрывающие, вместе с D_i , решение-предшественник D_1 , не включают допустимых вариантов действий, противоречащих друг другу, и не мешают достижению результата друг друга.

$$\begin{aligned} EP3. \forall (AD, D_0) (\underline{CHAIN}(D_0, AD) \wedge \\ \wedge \underline{CHAIN}(D_0, D_i) \wedge (D_i(\underline{LATER})AD) \vee \\ \vee \underline{MEET}(AD, D_i)) \rightarrow \neg \underline{NEG}(D_i, AD). \end{aligned}$$

Для D_i , входящего в цепь решений, ни одно из предшествующих, пересекающихся с ним по времени, не может помешать D_i – ни целевым действием, ни устранением своих негативных последствий.

Целевая адекватность GA_i .

$$PRED(GA) = EP1 \wedge EP2 \wedge EP3$$

$$\begin{aligned} EP1. \forall AD \underline{MEET}(AD, D_i) \rightarrow \\ \neg \underline{CONTRDS}(AD, D_i) \wedge \\ \neg \underline{CONTRDCH}(AD, D_i). \end{aligned}$$

Для решений, пересекающихся во времени, не допустима противоречивость по целям влияния на проблемную ситуацию и по целям непосредственно осуществляемых воздействий.

$$\begin{aligned} EP2. \neg \exists (GG \in GOR) | X(\underline{INT})R_1.PD_3(D_i) \vee \\ \vee (Y(\underline{INT})R_3.PD_4(D_i) \wedge X(\underline{INT})R_1.PCA_1(Y)) \wedge \\ \wedge \underline{OPPOS}(X, GG, G). \end{aligned}$$

Цель воздействия решения не противоречит ни одной цели организации.

$$\begin{aligned} EP3. X(\underline{INT})R_3.PD_4(D_i) \rightarrow \\ \rightarrow (\exists CGN | ((CGN \in \underline{ONT}(T))) \wedge \\ \wedge (cat(CGN) = CG) \wedge (T \in \underline{AT}(D_i))) \wedge \\ \wedge (Y(\underline{INT})R_3.PCG_1(CG)) \wedge \\ \wedge (Y \in GOR) \wedge X(\underline{INT})R_4.PCG_1)). \end{aligned}$$

Цель воздействия решения может быть соотнесена с какой-то из целей организации как детализирующая или обеспечивающая.

Удовлетворительность внешнего качества OQL_i

$$PRED(OQL_i) = EP1 \wedge EP2 \wedge EP3 \wedge EP4$$

$$\begin{aligned} EP1. X(\underline{INT})R_1.PD_3(D_i) \wedge \\ \wedge Y(\underline{INT})R_1.PG_2(X) \rightarrow X(\underline{INT})R_2.PD_4(D_i). \end{aligned}$$

Выразители всех затрагиваемых целей и интересов привлечены к принятию решения.

$$EP2. (X(\underline{INT})R_1.PD_1(D_i) \wedge \\ \wedge Y(\underline{INT})R_2.PPS_2(X) \wedge \\ \wedge Z(\underline{INT})R_1.PG_2(Y)) \rightarrow X(\underline{INT})R_2.PD_4(D_i).$$

Все будущие исполнители вовлечены в процесс решения.

$$EP3. X(\underline{INT})R_3.PD_4(D_i) \wedge \\ \wedge (Y(\underline{INT})R_1.PCA_2(X) \vee \\ \vee Y(\underline{INT})R_3.PCA_2(X) \vee \\ \vee Y(\underline{INT})R_4.PCA_2(X)) \wedge \\ \wedge (IG \in ONT(T)) \wedge (cat(IG) = G) \wedge \\ \wedge Y(\underline{INT})R_1.PG_2(IG) \wedge \\ \wedge Z(\underline{INT})R_1.PD_3(D_i)) \rightarrow \\ \rightarrow \neg OPPOS(IG, Z, G).$$

Цели решения не противоречат интересам стейкхолдеров.

$$EP4. (X(\underline{INT})R_1.PD_3(D_i) \wedge \\ \wedge Y(\underline{INT})R_1.PG_2(X) \wedge \\ \wedge X1(\underline{INT})R_1.PD_3(AD) \wedge \\ \wedge Y1(\underline{INT})R_1.PG_2(X1) \wedge \\ \wedge Z_i(\underline{INT})R_6.PD_0(D_i) \wedge \\ \wedge Z(\underline{INT})R_6.PD_0(AD) \wedge \\ \wedge (Z_i = Z) \wedge MEET(D_i, AD) \wedge \\ \wedge (Y = Y1)) \rightarrow \neg OPPOS(X, X1, G).$$

При одинаковых владельцах целей осуществляемых воздействий двух решений относительно одного объекта управления цели не могут быть противоположны, если время выполнения решений пересекается.

$$\underline{\text{Безопасность SAF}_i} \\ PRED(SAF) = EP1 \wedge EP2 \wedge EP3 \wedge \\ \wedge EP4 \wedge EP5$$

$$EP1. \exists AD \mid (AD \in RETRP(T)) \wedge \\ \wedge PD(D_i, AD) \wedge \neg INCOMDS(D_i, AD) \wedge \\ \wedge \neg INCOMDO(D_i, AD).$$

Для решения D_i найдутся такие решения в позитивных ретроспективных

практиках, которые позволяют вернуть объект D_i в его исходное состояние, но не противоречат устранению побочных эффектов D_i .

$$EP2. \underline{NEG}(D_i, AD_1) \rightarrow \\ \rightarrow \exists AD_2 \mid (AD_2 \in RETRP(T)) \wedge \\ \wedge \underline{CLEAN}(AD_1, AD_2) \wedge \\ \wedge \neg \underline{CONTRDS}(D_i, AD_2) \wedge \\ \wedge \neg \underline{CONTRDCH}(D_i, AD_2).$$

В поле решений нет решений, которые создают помехи D_i и не имеют контрмер из состава ретроспективы позитивных практик, которые, кроме того, не противоречат D_i .

$$EP3. \neg \exists AD \mid (\underline{CONC}(D_i, AD)) \wedge (\text{Индекс} = \\ \text{'критическое'}) (\underline{INT})R_3.PD_0(AD).$$

Нет критических решений, конкурирующих с D_i за ресурсы во время его выполнения.

$$EP4. X(\underline{INT})R_6.PD_0(D_i) \rightarrow \\ \rightarrow \neg \exists AD \mid (X1(\underline{INT})R_3.PD_4(AD) \wedge \\ \wedge Y(\underline{INT})R_3.PCA_3(X1) \wedge \\ \wedge Z(\underline{INT})R_2.PUI_1(Y) \wedge (Z = X) \wedge \\ \wedge (\text{Оценка} = \text{'неприемлемо'}) \\ (\underline{INT})R_2.PUI_2(Y)).$$

Для объекта воздействия решения D_i нет решений, которые оказывают на него негативные влияния и при этом не могут быть удовлетворительно нейтрализованы.

$$EP5. \neg \exists AD \mid ((\text{Индекс} = \text{'критическое'}) \\ (\underline{INT})R_3.PD_0(AD) \wedge \underline{MEET}(AD, D_i) \wedge \\ \wedge (\underline{CONTRDS}(AD, D_i) \vee \\ \wedge \underline{CONTRDCH}(AD, D_i)).$$

Нет критических решений, одновременных с данным и противоречащих ему.

$$\underline{\text{Адаптируемость ADAPT}_i}$$

$$PRED(ADAPT) = EP1 \wedge EP2 \wedge EP3$$

$$EP1. (X(\underline{INT})R_3.PD_4(D_i) \wedge \\ \wedge Y(\underline{INT})R_1.PCA_3(X) \wedge \\ \wedge Z(\underline{INT})R_1.PD_4(D_i)) \rightarrow \\ \rightarrow Y(\underline{INT})R_1.PMV_3(Z).$$

Все факторы, влияющие на выполнимость D_i , учтены в модели выбора.

$$EP2. X(\underline{INT})R_3.PD_4(D_i) \wedge \\ \wedge Y(\underline{INT})R_1.PCA_3(X) \rightarrow \\ \rightarrow \exists AD | (\bigwedge MEET(AD, D_i) \wedge \\ \wedge PD(D_i, AD) \wedge XX(\underline{INT})R_3.PD_4(AD) \wedge \\ \wedge (\bigwedge (Y(\underline{INT})R_1.PCA_3(XX))))$$

Для каждого из факторов, влияющих на D_i , можно найти такое решение, осуществляющее обращение результата, выполнимость которого не зависит от этого фактора.

$$EP3. X(\underline{INT})R_3.PD_4(D_i) \wedge \\ \wedge Y(\underline{INT})R_1.PCA_3(X) \rightarrow \\ \rightarrow \exists AD | PA(D_i, AD) \wedge \\ \wedge XX(\underline{INT})R_3.PD_4(AD) \wedge \\ \wedge (\bigwedge (Y(\underline{INT})R_1.PCA_3(XX)))$$

Влияющему на D_i фактору можно сопоставить решения, воздействующие на ту же проблемную ситуацию, что и D_1 , но не зависящие от этого фактора.

Выполним метризацию $M(Q_{ji})$ показателей Q_{ji} для решения D_i как оценку уровня выполненности идеализированных требований, зафиксированных предикатом $PRED(Q_j)$, при актуальном состоянии $SF(T)$ поля решений SF .

$$M(Q_{ji}) = 1/N \sum_{S=1}^N L_s,$$

где N – число условий EP_s в составе предиката; L_s – уровень выполненности EP_s .

$$L_s = (MF - MN) / MF,$$

где MF – мощность множества объектов, входящих в $SF(T)$, для которых выполнена левая часть импликации из EP_s ; MN – мощность множества $NO \subseteq FO$, для элементов которого импликация ложна.

Интегральные показатели QG_j , характеризующие аспекты гармоничности $SF(T)$ в целом, целесообразно метризовать следующим образом

$$M(QG_j) = \sum_{i=1}^K M(Q_{ji}) / K,$$

где K – число решений D в $SF(T)$, для которых $T \in AT(D)$.

На рис. 2 показана связь между рассмотренными в статье отношениями и функциями интеллектуальной информационной технологии поддержки решений организации [3], реализующей выявление, развитие, координацию и использование экспертного знания на всех этапах жизненного цикла организационных решений.

Придание приоритетов показателям Q_{ji} и QG_j , которое может выполняться экспертно (методом парных сравнений [5]), отображает тренд политики организации в отношении управления полем решений. Это открывает возможность автоматизированного формирования оценок предпочтительности разных вариантов элемента решения, вырабатываемого на одном из этапов принятия последнего. К соответствующим элементам относятся: глубина вмешательства в проблемную ситуацию; целевой объект влияния; пакет воздействий; ресурсы и сроки реализации воздействий; дополнительные меры для устранения побочных влияний.

Кроме того, оценка показателей и $M(QG_j)$ для $SF(T)$, вместе с системой их приоритетов, должна входить в условия инициирования процедур оптимизации состава $SF(T)$ в ходе аудита качества управления. В то же время $M(Q_{ji})$ для элементов $SF(T)$ входят в состав аргументов целевой функции этой процедуры.



Рис. 2. Использование формальных отношений онтологической модели

Выводы

Предложен формальный аппарат анализа поля решений организации, который основан на шести аспектах его гармоничности: непрерывности тенденций развития, целевой адекватности, удовлетворительности внешнего качества, обоснованности, безопасности и адаптируемости. Совокупность оценок характеристик этих шести аспектов, рассматриваемая на момент завершения одного из циклов планирования в организации, позволяет аналитику судить о качестве системы управленческих процессов (в дополнение к анализу эффективности, не рассматриваемому в работе).

Предложен анализ этих характеристик и моделей их оценки применительно к отдельному решению, вырабатываемому и описываемому согласно онтологической модели [2]. Его результаты дают ЛПР и экспертам основания для суждений по перспективах и последствиях введения вырабатываемого решения в поле решений. Эти результаты действуют в составе

применяемых моделей выбора и контекста проведения экспертного оценивания на различных этапах жизненного цикла решения.

Анализ онтологии организации [2] и структуры ее поля решений с позиций формализованных в работе отношений генетической связности, противоположности, соположенности и кластеризованности служит необходимой основой для реализации в среде этой онтологии автоматизированных функций интеллектуальной информационной онтологии поддержки принятия решений организации [3].

1. *Uschold M. et al.* The Enterprise Ontology. – AIAI_TR-1998. – 61 p. – Available at <http://www.aiai.ed.ac.uk/project/enterprise/enterprise/ontology.html>.
2. *Ильина Е.П.* Методы и модели использования экспертно-аналитического знания для поддержки принятия решений в организации. Часть 1. Модели знания о решениях //

- Проблеми програмування. – 2016. – № 1. – С. 89–101.
3. *Ильина Е.П., Синицын И.П., Яблокова Т.Л.* Принципы построения интеллектуальной информационной технологии поддержки решений в организации // Проблемы програмування. – 2015. – № 2. – С.63–75.
 4. *Ильина Е.П., Слабоспицкая О.А.* Формы, метрики и свойства отношения сходства между концептами в онтологиях экспертных точек зрения // Проблемы програмування. – 2005. – № 4. – С. 39–49.
 5. *Saati T.L.* Метод анализа иерархии. – М.: Радио и связь, 2001 – 386 с.

References

1. *Uschold M. et al.* The Enterprise Ontology. – AIAI_TR-1998. – In: [Electronic Resource] 61 p. – Mode of access to text: <http://www.aiai.ed.ac.uk/project/enterprise/enterprise/ontology.html>.
2. *Ilina E.P.* "Methods and Models for Employment of the Expert Analytical Knowledge in Organization Decision Making. Part I. Decisions Knowledge Models" [In Russian] In: Problems in Programming. – 2016. – N 1. – P. 89–101.
3. *Ilina E.P., Sinitsyn I.P., Yablokova T.L.* "Designing principles of the Intelligent information technology for organization decisions" [In Russian] In: Problems in Programming. – 2015. – N 2. – P. 63–75.

4. *Ilina E.P., Slabospitskaya O.A.* "Forms, metrics and properties of the similarity relation between the concept in expert viewpoints ontologies" [In Russian] In: Problems in Programming. – 2005. – N 4. – P. 39–49.
5. *Saati T.L.* Method of hierarchy analysis.- Moscow: "Radio i sviaz", 2001. – 386 p. (In Russian).

Получено 14.03.2016

Об авторе:

Ильина Елена Павловна,
кандидат физ.-мат. наук,
старший научный сотрудник,
ведущий научный сотрудник.
Количество научных публикаций
в украинских изданиях – более 50.
<http://orcid.org/0000-0002-1528-366X>.

Место работы автора:

Институт программных систем
НАН Украины,
03187, Киев-187,
проспект Академика Глушкова, 40,
Тел.: 526 4188.
E-mail: sec_kiev@ukr.net