

СЕМАНТИКА И ПРАГМАТИКА НЕ-ФАКТОРОВ В КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ

Abstract: The kinds of UN-factors showing their manifestations in the expert knowledge systems reflecting the conceptually different viewpoints on the decision making area are distinguished and investigated. Their semantic definition by means of predicates and metrics for the special type relations of the conceptual model elements is developed. The description of pragmatics of UN-factors which connects them with the functions of the analytical supporting of expertize is given.

Key words: ontology, conceptual model, UN-factor, expertize, participatory decision making.

Анотація: Виявлені та досліджені види НЕ-факторів, проявлених у моделях систем експертних знань, що відображують концептуально різні точки зору на предметну область прийняття рішень. Надано їх семантичне визначення за допомогою предикатів та метрик спеціальних відношень між елементами концептуальної моделі. Описано прагматику НЕ-факторів, яка пов'язує їх із функціями аналітичного супроводу експертиз.

Ключові слова: онтологія, концептуальна модель, НЕ-фактор, експертиза, партисипативне прийняття рішень.

Аннотация: Выделены и исследованы виды НЕ-факторов, имеющие проявления в моделях систем экспертных знаний, которые отражают концептуально различные точки зрения на предметную область принятия решений. Дано их семантическое определение посредством предикатов и метрик специальных отношений между элементами концептуальной модели. Описана прагматика НЕ-факторов, связывающая их с функциями аналитического сопровождения экспертиз.

Ключевые слова: онтология, концептуальная модель, НЕ-фактор, экспертиза, партисипативное принятие решений.

1. Введение

Термин НЕ-факторы был введен А.Нариньяни [1] для обозначения свойств знаний, противоположных тем, которые декларируются в традиционных системах их организации (НЕточности, НЕполноты, НЕопределенности, НЕкорректности и др.). При этом отмечалось главенство рассмотрения прагматики такого фактора (особенностей естественного знания, приводящих к таким свойствам знания формального) по отношению к построению его формальной семантики.

Проблематика категоризации, формализации и конструктивного анализа НЕ-факторов приобретает особое значение при построении онтологической поддержки процессов аналитического сопровождения экспертиз, использующих концептуально различные точки зрения VP_i на предметную область принятия решений (ПрО) [2].

2. Формализация НЕ-факторов при онтологической поддержке партисипативного принятия решений

Методы использования онтологий ведомственных и профессиональных концепций знаний о ПрО принимаемых решений предложены в [2] для повышения эффективности решения циклически возникающих взаимопреемственных проблем при реализации партисипативного подхода к принятию решений.

Критериями эффективности являются полнота учета имеющихся знаний, мнений и данных; согласованное агрегирование индивидуальных мнений; обоснованность результата; приемлемость времени и трудоемкости процессов решения; повторная используемость выявленных мнений.

Проблема рассматривается как кортеж

$$P = \langle S^Q, S^C, S^V, S^T, S^M \rangle, \quad (1)$$

где S^Q – проблемный вопрос, задающий входные и выходные понятия и исходные данные;

S^C – контекст решения, определяющий источники справочной, нормативной и методической информации, а также ограничения, в которых должна решаться проблема;

S^V – верификационное поле, определяющее множество концептов ПрО, сопоставление с которыми позволяет судить о приемлемости полученного результата;

S^T – технология решения, включающая состав экспертной группы (ЭГ), а также способ выработки индивидуальных и обобщенных мнений;

S^M – карта экспертизы, содержащая индивидуальные и обобщенные мнения вместе с их свойствами, в составе, определенном технологией S^T .

Первая тройка элементов определяет постановку Р. Гармонизация концептуальных представлений ее элементов в различных VP , осуществляемая в рамках семейства их онтологий с позиций системы когнитивных интересов носителей VP , составляет основу предложенной концепции аналитического сопровождения решения Р [2].

Концептуальная модель (КМ) VP_i включает параметры и концепты.

Полное определение $\text{Def}(C)$ в КМ концепта c категории k есть конъюнкция его определений $T(C)$, обладающих типами T . При этом $T(C)$ представляет собой четверку

$$T(C) = \langle L(C), B'(C), B''(C), S(C) \rangle, \quad (2)$$

где $L(C) \in \{d, p, u, n\}$ – параметр, посредством которого определение $T(C)$ идентифицируется как полностью определенное (d), неполностью определенное (p), неизвестное (u) и неактуальное для данного концепта (n);

$$S(C) = \langle B(C, S); A(C, S); I(C, S) \rangle, \text{ если } L(C) \in \{d, p\}, \text{ или } S(C) = \emptyset, \text{ если } L(C) = u. \quad (3)$$

Таким способом, согласно (3), определение $T(C)$ концепта C задается (посредством базиса $B(C, S)$) через другие концепты или параметры, являясь n -арным отношением над ними с инвариантами $| (C, S)$. При этом актуальное раскрытие $A(C, S)$ позволяет задать для любого концепта C' , входящего в базис, ту совокупность определений C' , которая принимается во внимание, и то подмножество концептов из базисов этих (косвенно используемых для $\text{Def}(C)$) определений, которое учитывается. Формулировки «учитывается» и «принимается во внимание» формально означают использование концептов в качестве параметров в функциях и процедурах $\text{PROC}: \text{IN}(\text{PROC}) \Rightarrow \text{OUT}(\text{PROC})$, составляющих множество $| (C, S)$.

Элементы $B'(C)$ и $B''(C)$ в (1) представляют собой соответственно *наследуемый базис*, который формируется благодаря классификационным соотношениям концептов, и *отрицаемый*

базис – множество концептов той же категории, что и элементы $B(C, S)$, которые ни при каких путях развития знания не могут войти в $B(C, S)$. $B^*(C)$ актуален только для $L(C) \in \{u, p\}$ и позволяет отображать знание о концепте, строящееся на его отличии от прототипов (принадлежащих либо данной КМ, либо КМ другой точки зрения).

Аксиомы КМ делятся на классы: симметрии, наследования и развития знаний [3].

Рассмотрим выводимые отношения между концептами КМ, которые используются для формального описания семантики НЕ-факторов.

1. Сходство $SIM(C1, C2)$ между двумя концептами. В работе [3] формализованы виды этого отношения, отображающие сходство базисов B из определения (3) либо сходство их актуальных раскрытий A . Там же предложена метризация степени схождения $\mu(C1, C2)$.

2. Объясненность $EXP(C1, C2)$ концепта $C1$ концептом $C2$. Предикат отношения имеет вид $C2 \in SF(C1)$. $SF(C1)$ – семантическое поле концепта, введенное в [3] и представляющее собой дерево, в котором вершины следующего уровня задают актуальные раскрытия концептов предыдущего. Листьями служат параметры либо концепты, связанные с предыдущими вершинами ветви аксиомами симметрии.

3. Понимаемость $UND(C1, VP_j, VP_i)$ концепта $C1 \in VP_j$ в VP_i . Ее условие имеет вид

$$(\forall X, \forall S (X \in B(C1, S)) \in VP_j) \Rightarrow (X \in VP_i).$$

При этом результатом понимания является виртуальное включение в КМ VP_i концепта $C1$ с семантическим полем $SF^i(C1)$, в общем случае, отличным от $SF^j(C1)$.

4. Противоречивость $CONTR(C1, \{C\})$ между знаниями о концепте $C1$ и знаниями о концептах C' из состава КМ. Проявляет себя наличием следствий из определений $C1$, касающихся определений $\{C'\}$, которые запрещены аксиомами КМ.

5. Направленное влияние $INFL(C1, C2)$ концепта $C1$ на $C2$ определяет зависимость значений параметров и(или) экземпляров концептов $Y \in B(C2, S_i)$ от экземпляров $X \in B(C1, S_j)$. Предикат отношения таков:

$$(C2 \in SF(C1)) \wedge LI(C2, C1) \neq \emptyset.$$

Здесь $LI(C2, C1)$ – подмножество путей $L = \{l_i\}$, $i = 1, \dots, m$ в $SF(C1)$ от $C2$ к $C1$, для которых выполняется условие

$$\forall((i=1, \dots, m-1), (i+1)) \exists (PROC_i \in I(Y_i, S_A), PROC_{i+1} \in I(Y_{i+1}, S_B)) | \\ (X \subseteq OUT(PROC_i)) \subseteq IN(PROC_{i+1}),$$

где Y_i – концепт, соответствующий i -й вершине $SF^i(C1)$;

X – множество концептов (с их актуальными раскрытиями), используемое в инвариантах $PROC_i, PROC_{i+1}$.

Количественной оценкой силы влияния служит

$$\varepsilon(C2, C1) = (N | LI(C2, C1)) / (\sum_{CX \in SF(C1)} | LI(CX, C1)|),$$

где N – число концептов CX , для которых $LI(CX, C1) \neq \emptyset$.

Теперь можно выделить НЕ-факторы рассматриваемой КМ и определить их семантику.

НЕЗАВЕРШЕННОСТЬ знаний о концепте C (**HE1**) характеризуется значениями параметра $L(C, S)$ в его определениях вида (2).

НЕСОВМЕЩНОСТЬ знаний о C со знаниями о $\{C^*\}$ (**HE2**) семантически определяется отношением $CONTR(C, \{C^*\})$.

НЕАКТУАЛЬНОСТЬ концепта C^* , синтаксически связанного с C , для объяснения C (**HE3**) семантически определяется как $\neg EXP(C, C^*)$.

НЕРЕЛЕВАНТНОСТЬ VP_i и VP_j по концепту C (**HE4**) определяется посредством $\neg UND(C, VP_i, VP_j)$.

НЕАДЕКВАТНОСТЬ понимания в VP_i концепта C из VP_j (**HE5**) семантически задана условием

$$\neg SIM(C, C^v) \vee (\mu(C, C^v) < \mu_0).$$

Здесь C^v – результат двойного виртуального представления C – вначале его погружения как C^* из VP_j в VP_i (конструктивной реализацией отношения UND), а затем применением UND для переноса из VP_i в VP_j всех концептов, составивших второй уровень $SF(C^*)$; μ_0 – критический уровень сходства.

НЕКОМПРОМИССНОСТЬ трактовок результата в системе $\{VP_i\}$ (**HE6**) определяется операцией компромиссного выбора между трактовками, формально введенной в [4]:

$$SF^*(C) = SF(C) \in VP^*, \text{ если } A(VP^*) = \arg \max_{i=1, \dots, n} A(VP_i),$$

где $SF^*(C)$ – компромиссная трактовка C ;

$A(VP_i)$ – усредненная по точкам зрения оценка уровня удовлетворения когнитивных интересов их носителей при принятии трактовки $SF(C) \in VP_i$.

Уровень фактора может быть охарактеризован усредненным по i значением $A(VP_i)$ в сочетании с крайними значениями $A(VP_i)$.

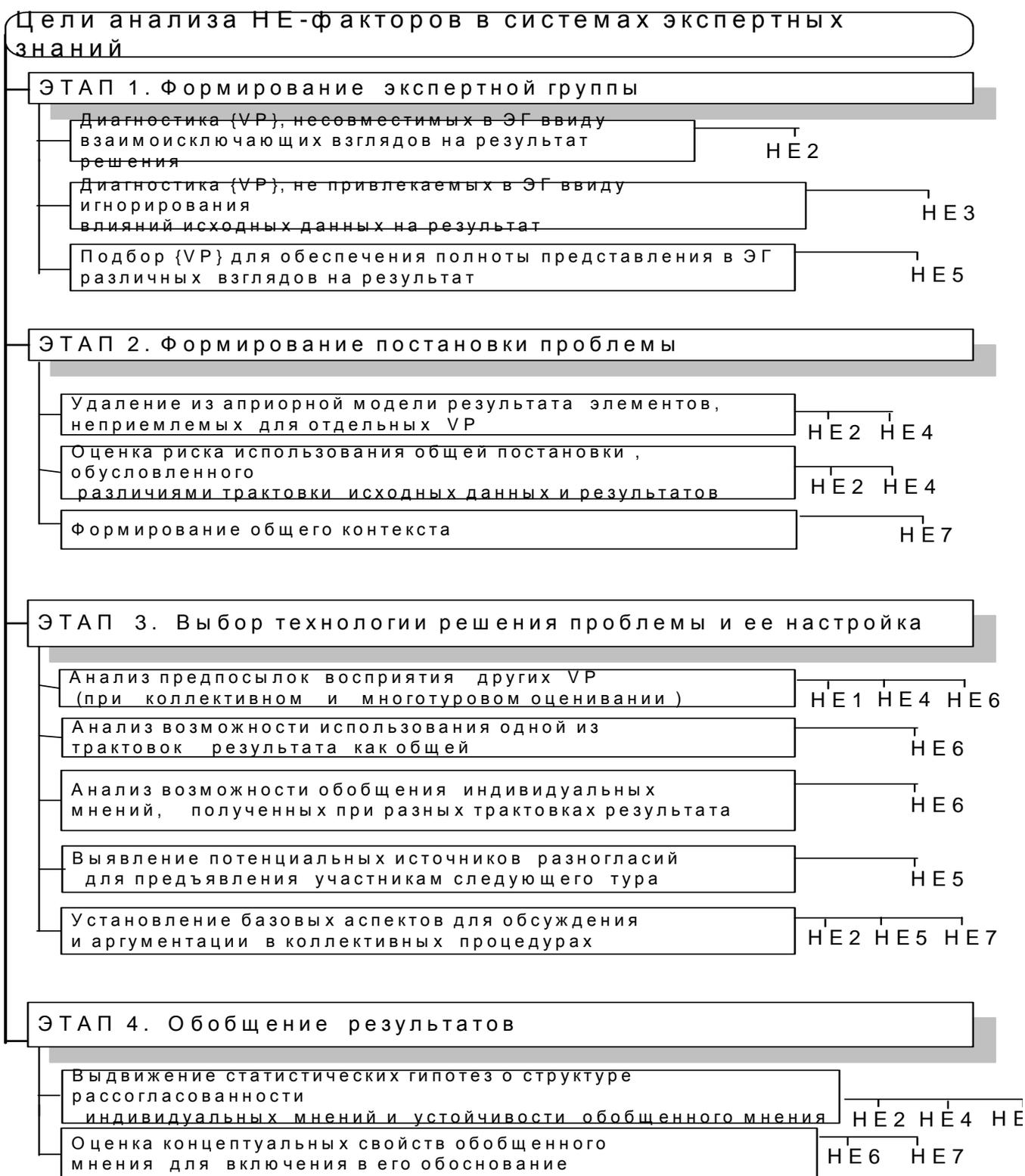


Рис. 1. Прагматика НЕ-факторов относительно процесса аналитического сопровождения экспертизы

НЕОБЩНОСТЬ контекста решения проблемы (НЕ7) семантически характеризуется следующим образом.

Рассмотрим введение в $B(P, S^C) \in VP_i$ концепта $C^* \in B(P, S^C) \in VP_j$, для которого выполняется условие U :

$$U(VP_i, VP_j) = (C^* \in VP_i) \wedge (\text{UND}(C^*, VP_i, VP_j)) \wedge (\neg \text{CONTR}(C^*, B(P, S^C))).$$

Пусть в VP_i

$$|B(P, S^Q)| = N; XP = \{ (X \in B(P, S^Q)) \mid \neg \text{CONTR}(C^*, X) \}; XN = B(P, S^Q) \setminus XP.$$

Прирост $R(C^*)$ информативности контекста P в VP_i после введения C^* составляет

$$R(C^*) = (\sum_{X \in XP} \varepsilon(C^*, X) - \sum_{X \in XN} \varepsilon(C^*, X)) / N.$$

Величина, дополняющая до единицы результат усреднения $R(C^*)$ по всем парам (VP_i, VP_j) и всем C^* , удовлетворяющим условию U , служит оценкой рассматриваемого фактора наряду с крайними значениями $R(C^*)$.

На схеме охарактеризована прагматика НЕ-факторов, определяемая совокупностью целей их анализа на разных этапах процесса аналитического сопровождения экспертизы.

3. Выводы

1. Реализация онтологической поддержки процессов экспертного решения проблем с привлечением концептуально различных точек зрения на ПРО требует создания средств анализа НЕ-факторов специального вида в составе используемых онтологических моделей.
2. Семантика онтологических НЕ-факторов определяется на основе формализма мета-отношений между концептами онтологий.
3. Прагматика НЕ-факторов представлена их соотношением с функциями аналитического сопровождения экспертиз, принадлежащих различным этапам их осуществления.
4. Предложенный подход служит основой конструктивной реализации функций сопровождения экспертиз при разработке средств автоматизированной поддержки процессов партисипативного принятия решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нариньяни А.С. НЕ-факторы: неточность и недоопределенность – различия и взаимосвязь // Труды Междунар. семинара Диалог'99 по компьютерной лингвистике с ее приложениями. – Таруса. – 1999. – Т. 2. – С. 207–210.
2. Ильина Е.П. Задачи и методы аналитического сопровождения экспертиз в партисипативных процессах стратегического управления // Проблемы программирования. – 2006. – № 2–3. – С. 421–430.
3. Ильина Е.П., Слабоспицкая О.А. Формы, метрики и свойства отношения сходства между концептами в онтологиях экспертных точек зрения // Проблемы программирования. – 2005. – № 4. – С. 39–49.
4. Ильина Е.П., Слабоспицкая О.А. Системно-аналитическое сопровождение экспертиз и концептуальный компромисс между экспертными точками зрения // Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Системный анализ, управление и информационные технологии». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. – № 54. – С. 154–159.