



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.08

## ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ФОРМАЛИЗОВАННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СИТУАЦИЙ И ЗАДАЧ

<sup>1</sup>Балашов О.В., <sup>2</sup>Букачев Д.С.

<sup>1</sup>СМОЛЕНСКИЙ ФИЛИАЛ АО «РАДИОЗАВОД», Смоленск, Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2), e-mail: smradio@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «СМОЛЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», Смоленск, Россия (214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

При разработке систем поддержки принятия решений возникает необходимость формализованного представления ситуаций и задач. Рассматривается иерархическая структура системы ситуационных признаков. Формирование значений ситуационных признаков и их обработка производится логическими механизмами идентификации текущих значений ситуационных признаков. Задачи, соответствующие значениям ситуационных признаков, представляются в виде императивов, которые представляют собой функциональные символы предикатов первого порядка, их значения рассматриваются как лингвистическое описание смысла соответствующих им задач. Предлагаемый способ позволяет решить проблему формирования и формализованного представления ситуаций и задач.

Ключевые слова: Организационно-техническая система, ситуация, ситуационный признак, действие, задача, формализация.

## ONE WAY OF FORMALIZING REPRESENTATION OF SITUATIONS AND TASKS

<sup>1</sup>Balashov O.V., <sup>2</sup>Bukachev D.S.

<sup>1</sup>SMOLENSK BRANCH OF JOINT-STOCK COMPANY "RADIO FACTORY", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

<sup>2</sup>SMOLENSK STATE UNIVERSITY, Smolensk, Russia (214000, Smolensk, street Przewalski, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

When developing decision support systems, there is a need for formalized representation of situations and tasks. The hierarchical structure of the system of situational signs is considered. Formation of values of situational attributes and their processing is performed by logical mechanisms of identification of current values of situational attributes. The tasks corresponding to the values of situational attributes are represented in the form of imperatives, which are functional symbols of first-order predicates, their values are considered as a linguistic description of the meaning of the tasks corresponding to them. The proposed method allows solving the problem of formation and formalized representation of situations and tasks.

Keywords: Organizational and technical system, situation, situational feature, action, task, formalization.

Согласно [7], в ситуационном управлении рассматриваются два класса ситуаций. К первому классу относятся *информационные* ситуации, представленные в виде множества типовых (для рассматриваемой системы) ситуационных признаков  $Y$  [6, 7]. Текущие значения  $y_i \in Y$  определяются в результате обработки информационных сообщений, поступающих от

различных источников. В качестве ситуационных признаков (СП) выбираются понятия, характеризующие конкретные свойства системы, условия среды, типовые эпизоды функционирования объектов системы и взаимодействующих систем, а также противоборствующих систем.

*Второй класс* образуют *ролевые* ситуации [6, 7], которые, в отличие от информационных ситуаций, представляют собой ролевое описание познавательных структур, хорошо согласующееся со структурой действительности. Структурно, ролевые ситуации представляют собой лингвистические выражения, состоящие из понятий, признаков, отношений между понятиями и признаками, понятийных и ситуационных ролей. В основе построения ролевой ситуации лежат правила семантического и синтаксического построения текста.

Таким образом, информационная ситуация представляет собой совокупность фактов, характеризующих текущее или прогнозируемое состояние системы. Ролевая ситуация дает семантическое описание информационной ситуации на естественном языке в текстовом виде, удобном для восприятия ЛПР.

В ситуационном управлении рассматриваются следующие способы формализованного представления ситуаций [7]: в виде фреймов, предикатная форма описания, использование языков представления знаний на основе различных видов семантических сетей, в виде нечетких множеств второго уровня.

Ситуационные признаки, образующие структуру информационной ситуации, отражают разные свойства системы и, как правило, характеризуются различными количественными и качественными показателями. Данный факт существенно осложняет создание логических механизмов классификации, идентификации и обработки информационных ситуаций. Прежде всего, это связано с трудностями построения логических механизмов вывода, работающих с разнотипными данными. Кроме того, функционирование сложной организационно-технической системы (ОТС) происходит в условиях нестатистической неопределенности, что влечет за собой необходимость оценки достоверности значений ситуационных признаков, образующих структуру информационной ситуации [3]. Поэтому для формализованного описания информационных ситуаций предлагается использовать продукции, представленные в виде нечетких множеств второго уровня [7, 8]. Подобное описание позволяет решить такую проблему, возникающую при обработке ситуаций, как одновременный анализ значений множества ситуационных признаков, имеющих различный физический смысл и размерность

$$s = \left\langle \left\{ \mu_s(T_y^t) / T_y^t \right\} \right\rangle, \quad (1)$$

где  $\mu_s(y)$  – функция принадлежности текущего значения  $T_y^t$  ситуационного признака  $y \in Y$  одному из множества  $L$  его возможных лингвистических значений  $T_y^l$ .

Исходя из аксиомы теории управления о наличии наблюдаемости объекта управления [9] и для осуществления функций контроля текущего состояния объекта управления и внешней среды требуется наличие ситуационных признаков, характеризующих внутренние факторы обстановки ( $Y_1$ ) и внешние факторы обстановки ( $Y_2$ ).

Кроме того, для обеспечения требований аксиомы о необходимости наличия целей управления, в предлагаемом подходе рассматривается третья группа, характеризующая

функциональные возможности ОТС ( $Y_3$ ). Необходимость введения данной группы вызвана тем, что значениям ситуационных признаков этой группы соответствуют такие задачи, которые не могут быть поставлены в соответствие значениям ситуационных признаков первой и второй групп.

Анализ наборов ситуационных признаков, образующих структуру информационных ситуаций ОТС, позволяет выделить их иерархическую структуру (Рисунок 1) [1].

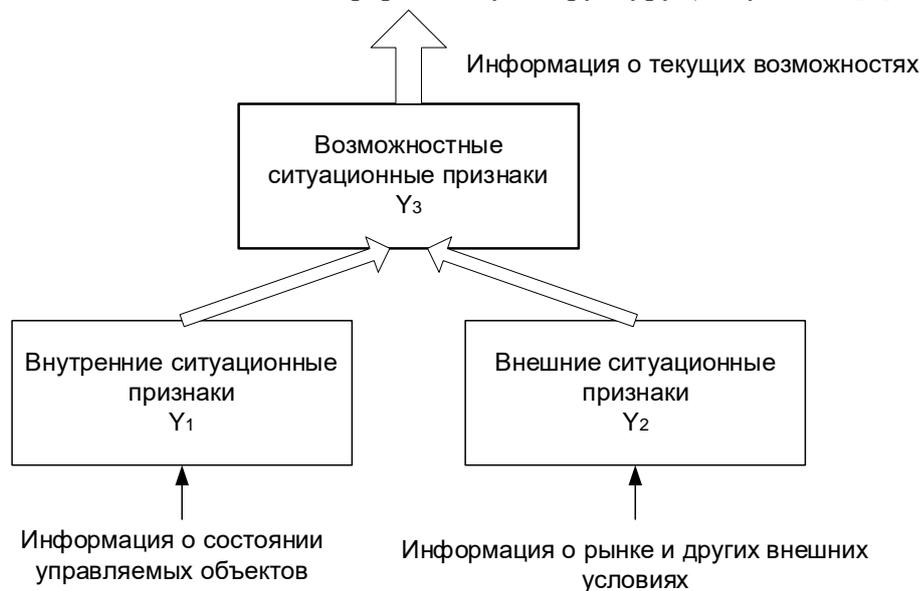


Рисунок 1 – Иерархическая структура системы ситуационных признаков

Идентификация текущего значения ситуационного признака  $y$  из множества  $Y = Y_1 \cup Y_2 \cup Y_3$  проводится с помощью соответствующего ему логического механизма. Логические механизмы идентификации текущих значений ситуационных признаков групп  $Y_1$  и  $Y_2$  представляют собой набор правил, определяющих порядок сбора и обработки соответствующей информации.

Процесс идентификации конкретного значения СП первой и второй групп проводится с использованием правил логического вывода при обработке соответствующей информации. Содержание данных правил определяется физическим смыслом рассматриваемого ситуационного признака. Выделяются два условия идентификации текущих значений ситуационных признаков групп  $Y_1$  и  $Y_2$ , соответственно, окончание периода обновления информации ( $T_{обн}$ ) и получение информации от других объектов системы и внешних источников.

Для идентификации текущих значений ситуационных признаков группы  $Y_3$  предлагается использовать логико-лингвистические шкалы (ЛЛШ) оценки возможности [4, 5], представляющие собой распределение качественных оценок функциональных возможностей объектов системы по нормированной числовой шкале с диапазоном  $[0, 1]$ . Множество значений ситуационного признака  $y \in Y_3$ , представляет собой множество качественных оценок соответствующей ему ЛЛШ. Условием активизации логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков группы  $Y_3$  являются: окончание периода обновления информации ( $T_{обн}$ ) и идентификация текущих значений признаков групп  $Y_1$  и  $Y_2$ , приводящих к изменению значений ситуационных признаков  $Y_3$ .

Существует два варианта идентификации текущих значений ситуационных признаков: в один и тот же момент времени может быть идентифицировано только одно значение ситуационного признака  $u \in Y$ ; в один и тот же момент времени может быть идентифицировано два и более значений ситуационного признака  $u \in Y$ .

*Первый вариант* имеет место для практического большинства ситуационных признаков, которым может соответствовать в фиксированный момент времени только одно явление действительности.

*Второй вариант* имеет место для ситуационных признаков, которым может соответствовать два и более подобных явлений.

Под идентифицированной ситуацией функционирования системы понимается набор  $\{T_y^t\}$  значений рассматриваемого множества ситуационных признаков, отличающийся от ранее сформированного набора  $\{T_y^{t-1}\}$ , значением хотя бы одного признака  $u \in Y$ .

Формирование значений ситуационных признаков и их обработка производится логическими механизмами идентификации текущих значений ситуационных признаков.

В рамках предлагаемого способа задачи, соответствующие значениям СП, представляются в виде императивов  $p^i$ . Императивы представляют собой функциональные символы предикатов первого порядка, значения которых рассматриваются как лингвистическое описание смысла соответствующих им задач [6, 7]. Таким образом, сгенерированные при идентификации текущей ситуации задачи определяют смысл выполнения этих задач, не имея при этом конкретного плана их реализации. В условиях нестатистического влияния обрабатываемой информации на прогнозируемые результаты выполнения задач, их содержание является уникальным. Следовательно, одному и тому же императиву  $p^i$  некоторой задачи могут соответствовать различные результаты ее выполнения, а также соответствующее этим результатам содержание задачи [2]. Для формализованного описания содержания задачи предлагается использовать выражение вида

$$Z^{jn} = p^i(x_1, \dots, Z^{j-e}(x_{z+v}), \dots, x_z); \quad j = \overline{1, 2}; \quad i = \overline{1, I}; \quad n = \overline{1, N}; \quad e = \overline{0, 1}, \quad (2)$$

где

$Z^{jn}$  – идентификатор задачи;

$j$  – вид задачи;

$i$  – номер задачи в перечне задач  $j$ -го вида;

$n$  – индекс, характеризующий отличие сформированного руководителем содержания задачи от ранее сформированных содержаний этой задачи;

$x_z$  – переменные, включаемые в задачу;

$Z^{j-e}(x_z)$  – задачи более низкого уровня (частные), входящие в технологию выполнения рассматриваемой общей задачи.

В качестве переменных  $x_z$  могут рассматриваться объекты системы и их функциональная аппаратура, а также различные элементы действительности, имеющие отношение к реализации задач. Содержание выражения (2) для частных и общих задач определяется в результате формирования прогнозируемых результатов их выполнения. Таким образом, прогнозируемый результат выполнения задачи представляет собой фрагмент прогнозируемого состояния объекта или системы в момент достижения цели выполнения этой задачи, в то время как содержание задачи определяет порядок достижения прогнозируемого

результата. Логический вывод выражения (2) осуществляется с помощью теоретико-множественных операций объединения, пересечения, дополнения и эквивалентности.

В основе формирования формализованного содержания задачи лежит обработка матриц, определяющих соответствие между императивами частных и общих задач  $\Gamma(P^1, P^2, C)$ :

$$\Gamma(P^1, P^2, C) = \begin{matrix} & p^{21} & p^{22} & \dots & p^{2j} \\ \begin{matrix} p^{11} \\ p^{12} \\ \dots \\ p^{1j} \end{matrix} & \left\| \begin{matrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1j} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{j1} & c_{j2} & \dots & c_{jj} \end{matrix} \right\| & , & c_{ij} \in [1; c] \cap N. \end{matrix} \quad (3)$$

Элементы множества  $C$  в (3) позволяют определить не только множество императивов задач, необходимое для выполнения рассматриваемого частного или общего решения, но и логическую последовательность их выполнения (рис. 2):

- а) – последовательное выполнение (1, 2, 3);
- б) – параллельное выполнение (1, 1, 1);
- в) – комбинированное выполнение (1, 1, 2, 3).

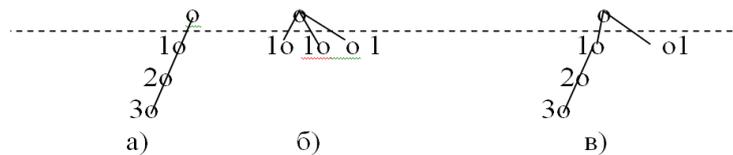


Рисунок 2 – Варианты логической последовательности выполнения задач

Содержание общей задачи, необходимость выполнения которой вызвана идентификацией текущего значения некоторого СП, может быть дополнено решениями, сформированными в результате идентификации текущего значения одного или нескольких других СП. Для формирования множества частных задач необходима разработка соответствующих логических правил проверки задачи на включение [5], при этом данные правила должны распознавать объекты системы, для которых прогнозируется выполнение рассматриваемых задач, а также учитывать пространственные и временные ограничения на их совместное выполнение. Для задач объектов при практическом создании советующей системы требуется разработка *двух видов матриц* вида (3), используемых как при формировании плана, так и при его реализации.

Выражение, определяющее связь частных и общих задач с соответствующими математическими моделями оценки их реализуемости, имеет следующий вид:

$$\forall p^{ij} \exists \Gamma(p^{ij}, M^j), \quad j = \overline{1, 2}. \quad (4)$$

Модели  $M_i^1$  для частных задач предназначены для оценки информационной и технической готовности объекта системы к выполнению данных задач, а модели  $M_i^2$  предназначены для оценки функциональных возможностей. Оценка общих задач производится с помощью логических механизмов, в основе которых лежит использование многокритериальных сверток, позволяющих оценить их реализуемость с учетом приоритетности частных задач, входящих в их технологию выполнения.

Каждой задаче  $Z^{mj}$  ставится в соответствие план ее реализации  $W_{in}^j$ :

$$\forall Z^{inj} \exists \Gamma(Z^{inj}, W_{in}^j), \quad j = \overline{1, 2}. \quad (5)$$

Формирование данного плана для частных и общих задач проводится в процессе формирования выражения (3). Идентификатор  $W_{in}^j$  представляет собой имя некоторой информационной области (в простейшем случае файла данных), в которой содержатся упорядоченные по времени и последовательности выполнения, составляющие рассматриваемой задачи, а также прогнозируемый результат его выполнения. Задачам в качестве  $W_{in}^1$  ставятся в соответствие фрейм-планы, содержащие ссылки на процедуры (для частных задач) и фрейм-планы выполнения задач, входящих в их технологию выполнения (для общих). Структура фрейм-планов  $W_{in}^1$  и  $W_{in}^2$  создается на этапе проектирования советуемой системы.

Каждому императиву  $p^{ij}$  ставятся в соответствие процедуры вывода экранных форм  $\{E^{ij}\}$

$$\forall p^{ij} \exists \Gamma(p^{ij}, E^{ij}), \quad j = \overline{1, 2}. \quad (6)$$

С помощью данных форм руководитель формирует требуемый результат выполнения задачи  $Z^{inj}$  и проводит его оценку. Таким образом, для формализованного представления задач необходимо создание множества императивов  $P = \{p^{ij}\}$ . Задание соответствия между значениями ситуационных признаков и множеством задач предполагает наличие *типового, для рассматриваемой системы, перечня императивов задач*.

Необходимость введения понятия «типового перечня» определяется тем, что множество задач, которые могут формироваться в процессе эксплуатации системы, имеет место только для данной системы и определяется ее функциональным предназначением. В случае изменения свойств системы, например, при включении в ее состав объекта с новыми свойствами, перечень задач расширяется. Выше было отмечено, что в процессе эксплуатации системы для реализации целей и задач, имеющих один и тот же императив  $p^{ij}$ , но происходящих в разных условиях обстановки, могут формироваться уникальные по своему содержанию задачи  $\{Z^{inj}\}$ . Подобные задачи будут идентифицироваться как новые, сохраняться в базе знаний и иметь соответствующие им формы описания вида (2) – (6). В базе знаний можно выделить множество накапливаемых задач, возможные варианты выполнения которых образуются в процессе функционирования системы. Идентификатор  $Z^{inj}$  (2) является логической и информационной основой формализованного представления задач и позволяет представить эту задачу в качестве некоторого элемента плана перехода системы из одной ситуации в другую.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет решить проблему формирования и формализованного представления ситуаций и задач.

### Список литературы

1. Балашов О. В. Подход к расширению моделей отношений в ситуационных моделях управления организационно-техническими системами. //Материалы региональной научно-практической конференции. Смоленск, СИБП, 2005.–С.192-196.
2. Балашов О.В., Букачев Д.С. Метод автоматизированного оперативного управления социально-экономическими системами // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности.–2018.–Т.1 № 2(8).–С.2-10.
3. Балашов О.В., Букачев Д.С. Подход к разработке технологии автоматизированного планирования и оперативного управления организационно-техническими системами //

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2020. – Т. 5, № 4(18).–С.21-32.

4. Балашов О.В., Кондратова Н.В. Теория возможностей и её применение для принятия решений в социально-экономических системах: Монография. – Смоленск: Изд-во СФ РУК, 2010.
5. Балашов О. В., Фомин А. И. Способ построения нечетких моделей управления для систем поддержки принятия решений. //Материалы региональной научно-практической конференции. – Смоленск: СИБП, 2007.
6. Пospelов Д. А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. – М.: «Радио и связь», 1989.–184 с.
7. Пospelов Д. А. Ситуационное управление: Теория и практика.–М.: Наука, 1986.–288с.
8. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы. – М.: Горячая линия–Телеком, 2004.–452 с.
9. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства. М.: СИНТЕГ, 2009.

## References

1. Balashov O. V. Podhod k rasshireniyu modelej otnoshenij v situacionnyh modelyah upravleniya organizacionno-tekhnicheskimi sistemami. //Materialy regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. Smolensk, SIBP, 2005. – pp. 192-196.
  2. Balashov O.V., Bukachev D.S. Metod avtomatizirovannogo operativnogo upravleniya social'no-ekonomicheskimi sistemami // Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti. – 2018. – Т.1 № 2(8). – pp. 2-10.
  3. Balashov O.V., Bukachev D.S. Podhod k razrabotke tekhnologii avtomatizirovannogo planirovaniya i operativnogo upravleniya organizacionno-tekhnicheskimi sistemami // Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tekhnologij i energoeffektivnosti. – 2020. – Т. 5, № 4(18). – pp. 21-32.
  4. Balashov O.V., Kondratova N.V. Teoriya vozmozhnostej i eyo primenenie dlya prinya-tiya reshenij v social'no-ekonomicheskix sistemah: Monografiya. – Smolensk: Izd-vo SF RUK, 2010.
  5. Balashov O. V., Fomin A. I. Sposob postroeniya nechetkih modelej upravleniya dlya sistem podderzhki prinyatiya reshenij. //Materialy regional'noj npauchno-prakticheskoy konferencii. – Smolensk: SIBP, 2007.
  6. Pospelov D. A. Modelirovanie rassuzhdenij. Opyt analiza myslitel'nyh aktov. – М.: «Radio i svyaz'», 1989. – p.184
  7. Pospelov D. A. Situacionnoe upravlenie: Teoriya i praktika. – М.: Nauka, 1986. – p.288.
  8. Rutkovskaya D., Pilin'skij M., Rutkovskij L. Nejrornyie seti, geneticheskie al-goritmy i nechyotkie sistemy. – М.: Goryachaya liniya – Telekom, 2004. – p.452.
  9. Trahtengerc E.A. Komp'yuternye metody realizacii ekonomicheskix i informa-cionnyh upravlencheskix reshenij. V 2-h tomah. Tom 1. Metody i sredstva. – М.: SINTEG, 2009.
-