

## ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ИМИТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**А.В. Сыроид**

*ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов*

**Ключевые слова и фразы:** аналитическое описание; имитационные исследования; логико-лингвистическая модель; логический ключ.

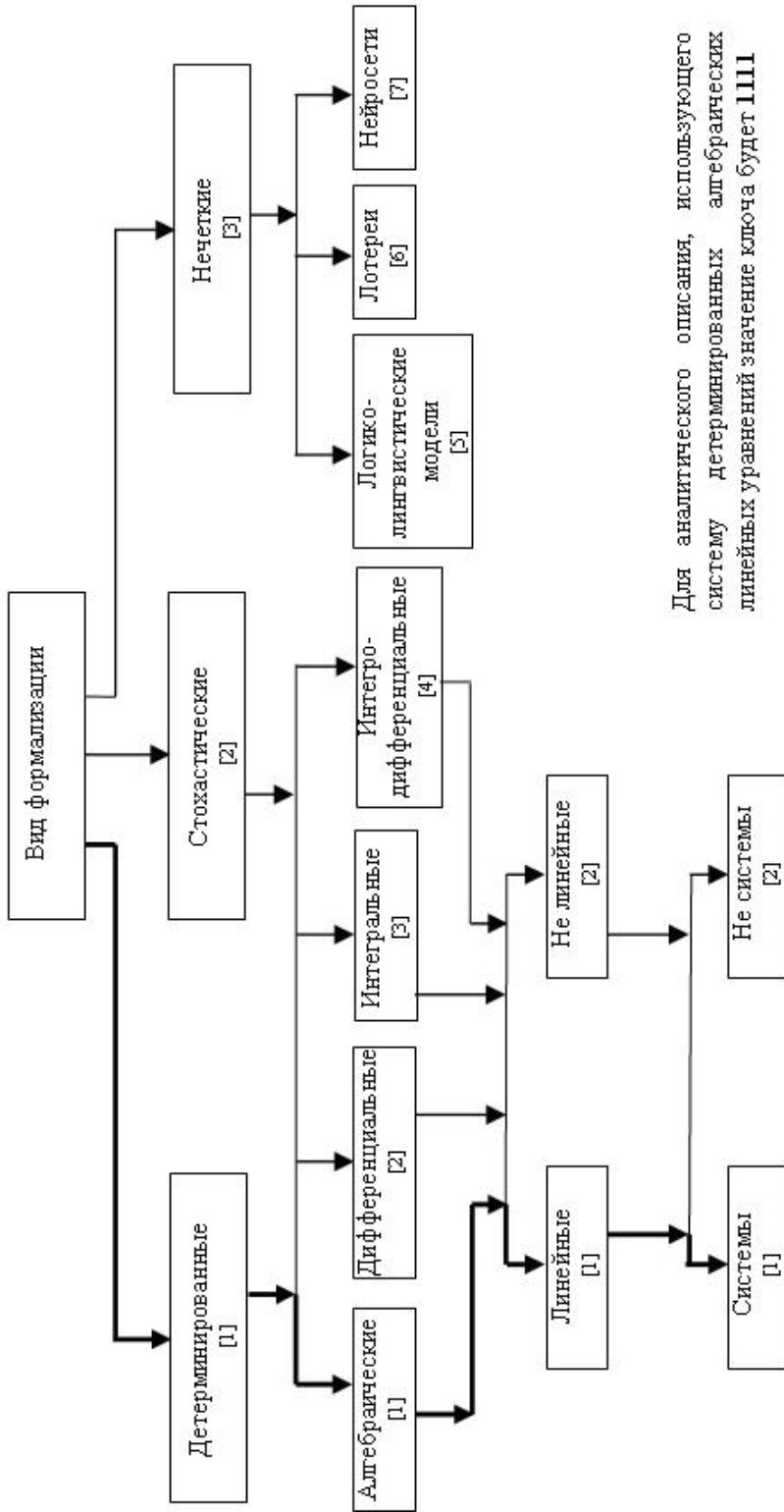
**Аннотация:** Предложен подход к автоматизации научных исследований методом имитационного исследования, основанный на логико-лингвистической модели выбора аналитических описаний и формирования логического ключа.

В настоящее время для анализа работы различных классов объектов и систем часто применяют методы имитационных исследований. Для проведения полноценных имитационных исследований необходимо построить аналитическое описание (АО), имитирующее поведение реальной системы. При этом необходимо разработать алгоритмы решения задач и реализовать их в виде исходного кода на языке программирования высокого уровня. Этот исходный код и будет использоваться для проведения имитационных исследований. Зачастую в одной и той же системе исследуется и анализируется множество различных параметров и входных возмущений, в связи с этим возникает задача хранения и поиска аналитических описаний, алгоритмов и исходных кодов (расчётных модулей). Все полученные в ходе имитационных исследований данные необходимо сохранить в базе данных для последующего детального анализа. Вопросы хранения моделей, расчётных модулей и процедур рассмотрены в работе [1]. Для поиска моделей их необходимо классифицировать.

Нами предложена модель формирования логического ключа (МФЛК), которая позволяет сформировать логический ключ для аналитического описания (рис. 1). МФЛК представлена в виде иерархического дерева, на каждом уровне которого определено, к какому типу относятся уравнения, используемые в аналитическом описании. Например, для модели, описывающей исследуемый объект с помощью системы детерминированных алгебраических уравнений, значение логического ключа будет 1111.

---

Сыроид А.В. – ассистент кафедры «Информационные системы и защита информации» ТамбГТУ, E-mail: sanchis@tambov.ru, г. Тамбов.



Для аналитического описания, использующего систему детерминированных алгебраических линейных уравнений значение ключа будет IIII

Рис. 1. Модель формирования логического ключа

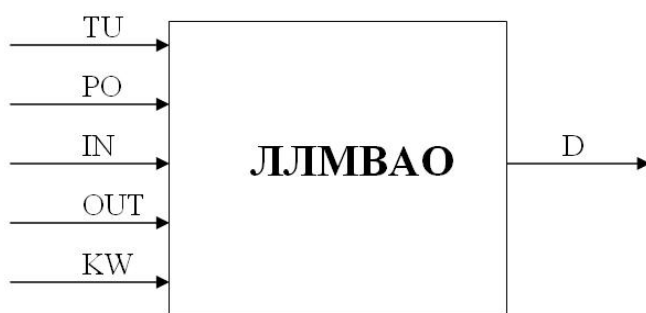


Рис. 2. Логико-лингвистическая модель выбора аналитических описаний

Оценить схожесть двух математических моделей предлагается с помощью логико-лингвистической модели выбора аналитических описаний (ЛЛМВАО). Входными параметрами ЛЛМВАО (рис. 2) являются: TU – логический ключ, PO – степень соответствия предметной области АО, KW – степень совпадения ключевых слов в описании АО, IN и OUT – тип и количество входных и выходных параметров АО соответственно. Выходной параметр ЛЛМВАО – D, который показывает, насколько схожими являются сравниваемые АО. Ниже представлено несколько правил из ЛЛМВАО:

1. Если (TU = высокая) И (PO = высокая) и (IN = максимальная) И (OUT = максимальная) ТО (D = подходящее АО);

2. Если (TU = высокая) И (PO = высокая) и (IN = высокая) И (OUT = высокая) И (KW = высокая) ТО (D = подходящее АО);

...  
...

N. Если (TU = низкая) И (PO = низкая) и (IN = низкая) И (OUT = низкая) И (KW = низкая) ТО (D = требуется разработка нового АО).

Для того, чтобы предложенная ЛЛМВАО могла быть использована, необходимо ввести в рассмотрение функцию принадлежности выхода ЛЛМВАО и произвести идентификацию неизвестных параметров. Для построения решения, которое определяется функцией принадлежности, необходимо определить нечёткое отношение по каждому i-ому правилу, которое определяется следующим образом:

$$\mu_{R_i}(x, y) = T\{\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(y)\} \quad (1)$$

где вектор  $\bar{x}$  имеет следующие компоненты:

$$x = \{TU, PO, IN, OUT, KW\}, \text{ а } y \sim D, \dim(x) = 5;$$

T-импликация в данном случае определяется согласно выражению вида:

$$T\{\mu_{A_i}(x_j), \mu_{B_i}(y)\} = \frac{\mu_{A_i}(x_j)\mu_{B_i}(y)}{\max\{\mu_{A_i}(x_j), \mu_{B_i}(y), \gamma\}}, \quad (2)$$

где  $j=1 \dots n$ .

Функция принадлежности нечёткого множества  $B_i'$  определялась согласно выражению:

$$\mu_{B_i'}(y) = \sup_{x \in X} \{\mu_{A_i'}(x) \Gamma \mu_{R_i}(x, y)\}$$

где в качестве T-нормы было выбрано выражение вида:

$$T\{\mu_{A_i}(x), \mu_{R_j}(x, y)\} = \frac{\mu_{A_i}(x_j)\mu_{R_j}(x_j, y) - \mu_{A_i}(x_j)\mu_{R_j}(x_j, y)}{\gamma + (1-\gamma)\{\mu_{A_i}(x_j) + \mu_{R_j}(x_j, y)\}}, \gamma > 0 \quad (3)$$

Здесь неизвестными параметрами являются  $\gamma$  для Т-импликации (2) и  $\gamma$  для Т-нормы (3).

Нахождение параметров функций принадлежности возможно вследствие решения оптимизационной задачи. Задачу условной оптимизации можно привести к задаче безусловной оптимизации, для решения которой целесообразно использовать квазиньютоновские методы [3].

Квазиньютоновскими методами называют методы спуска, имеющие вид:

$$\begin{aligned} x_{k+1} &= x_k + \alpha_k d_k \\ d_k &= -D_k \Delta f(x_k), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $D_k$  – положительно определенная матрица, пересчитываемая по ходу вычислительного процесса таким образом, что формула (4) оказывается аппроксимацией метода Ньютона. Проблема выбора шагового множителя  $\alpha_k$  рассмотрена в работе [3]. При выборе шагового множителя было использовано правило Голдстейна [3], а одномерная оптимизационная задача, связанная с его нахождением, решалась методом чисел Фибоначчи [4].

В результате решения оптимизационной задачи были найдены оптимальные значения параметров функции принадлежности  $\gamma = 0,39$  для Т-импликации (2) и  $\gamma = 2,75$  для Т-нормы (3).

### Выводы

В статье предложен подход к автоматизации научных исследований методами имитационных исследований, основанных на логико-лингвистической модели выбора аналитических описаний и предложен способ классификации аналитических описаний с помощью модели формирования логического ключа. Предложена процедура нахождения оптимальных значений параметров функции принадлежности. В результате решения оптимизационной задачи были найдены оптимальные значения параметров функции принадлежности.

#### Список литературы

1. Сыроид, А.В. Построение модели предметной области с использованием UML. Информационные системы и процессы : сб. науч. труд. / Под ред. В.М. Тютюника. – Тамбов, 2008.
2. Сыроид, А.В. Интеллектуальная система принятия решений. Теория конфликта и ее приложения : материалы V-й Всероссийской научно-технической конференции. – Воронеж. – 2008. – Ч. I.
3. Гилл, Ф. Практическая оптимизация / Ф. Гилл, У. Мюррей, М. Райт. – М. : Мир, 1985.
4. Максимов, Ю.А. Алгоритмы решения задач нелинейного программирования / Ю.А. Максимов, Е.А. Филипповская. – М. : МИФИ, 1982.

## **Construction of Information Models for Simulation Research**

**A.V. Syroid**

*Tambov State Technical University, Tambov*

**Key words and phrases:** analytical description; simulation research; logic linguistic model; logic key.

**Abstract:** The paper proposes the approach to automation of scientific research by the technique of simulation modeling based on logic linguistic model selection of analytical descriptions and logic key formation.

---

© А.В. Сыроид, 2009