ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Морозов С.А., Манжула В.Г., Федосеев С.В.

ГОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса»

Шахты, Россия

Сложную систему практически невозможно описать полно и детально, что вытекает из самого определения такой системы. Основная дилемма состоит в нахождении компромисса между простотой описания, что является одной из предпосылок понимания, и необходимостью учета многочисленных поведенческих характеристик сложной системы.

Система задается семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения различных уровней абстрагирования. Для каждого уровня существует ряд характерных особенностей и переменных, законов и принципов, с помощью которых и описывается поведение системы. Построение такой системы моделей должно базироваться на ряде принципов, обеспечивающих корректность и достоверность результатов моделирования [1].

Анализ принципов построения системы математических моделей структурно-сложных объектов и принципов иерархического многоуровневого моделирования позволит предложить методику построения многослойного стратифицированного описания сложной системы в условиях неопределенности, что дает возможность объединить отдельные модели и разрозненную информацию о системе на единой методологической основе [2].

На каждом уровне $i, \mathrm{i} = \overline{1, \mathrm{N}}$ описания предметной области имеется свой набор входных $X = \{x_{ij}\}, \mathrm{i} = \overline{1, \mathrm{N}}, \mathrm{j} = \overline{1, \mathrm{m_i}}$ и выходных переменных $Y = \{y_{ij}\}, \mathrm{i} = \overline{1, \mathrm{N}}, \mathrm{j} = \overline{1, \mathrm{n_i}}$. Каждый уровень описания характеризуется для упрощения только одной моделью $y_i = F_i(x_i)$. Каждому параметру на вышестоящем уровне соответствует определенный набор параметров нижестоящего или базового уровня:

$$x_{i+1,j} = j_{\,j}(x_{i,1},..., x_{i,m_i});$$

$$y_{i+1,j} = y_{\,j}(y_{i,1},..., x_{i,n_i});\ \mathrm{i} = \overline{1, \mathrm{N} - 1}. \qquad (1)$$

Некоторые параметры описания предметной области могут непосредственно измеряться как на базовом уровне, так и на вышестоящих уровнях описания. Однако погрешности измерений, отсутствие ряда замеров и неполнота информации по используемым моделям приводят к тому, что решения, получаемые на разных уровнях, не соответствуют друг другу в смысле выполнения соотношений (1).

Исходные данные $\{x_i^0\}$, $i = \overline{1, N}$ должны быть согласованы с априорными сведениями $A \subset X$, проводимыми в системе измерениями $Z \subset X$ и в смысле соотношений (1) $K \subset X$. Тогда нечеткое подмножество $C = A \cap Z \cap K$ называют согласованным нечетким множеством исходных данных.

Допустимость решений по моделям задается нечетким множеством $M \subset Y$, измерения характеризуются нечетким ограничением $Z \subset Y$ и скоординированность – нечетким множеством $K \subset Y$. Тогда нечеткое подмножество $D = M \cap Z \cap K$ называют нечетким решением.

Основная особенность координации решений в многоуровневой иерархической системе заключается в том, что решение нижестоящего уровня зависит от выбора со стороны вышестоящего уровня, а решение вышестоящего уровня, в свою очередь, зависит от отклика элементов нижестоящего уровня. Это дает возможность сократить обмен информацией между уровнями и обеспечить локальную обработку информации по отдельным моделям. На основе этого принципа построена рекуррентная процедура принятия решений, которая состоит из нескольких этапов [3].

Разработаные численные методы «мягких» вычислений для координации многоуровневых модельных ограничений, которые позволяют уменьшить неопределенность и скорректировать функции принадлежности входных данных таким образом, чтобы они соответствовали согласованным решениям на верхних уровнях описания системы. Предложено два численных метода нахождения системных решений: коррекция по носителю нечеткого множества решений и коррекция по его α-уровням. Отдельно рассматривается случай, когда и функции принадлежности для нижележащих уровней заданы дискретно по α-уровням.

Предлагаемый подход отвечает основным требованиям системного анализа, так как обеспечивает при моделировании целостность рассмотрения сложной системы за счет согласования различных уровней абстрагирования на основе теории нечетких множеств, позволяющего целиком удерживать в поле зрения всю систему в целом для решения задачи на всех уровнях обобщения; всесторонность рассмотрения системы на основе учета моделей разных уровней описания и связей между ними.

Литература:

1. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы. – СПб.: BHV-Санкт-Петербург. – 432 с.

2. Карабутов Н.Н. Адаптивная идентификация систем: информационный синтез. – М.: Едиториал УРСС, 2006. – 384 с.
3. Алтунин А.Е., Розов А.В., Семухин М.В. Расчет показателей экономической эффективности инвестиционных проектов с применением теории нечетких множеств. Технологии ТЭК. № 5, 2007, с. 26-28.