

УДК 519.7

Е.Д. Синявская

**СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ**

В данной статье было уделено внимание построению систем принятия решений. При решении задач управления многими производственными процессами возникает необходимость разработки эффективной системы управления, учитывающей априорную неопределенность исходных данных. Данная задача сводится к идентификации объекта управления, выявлению неопределенностей, заданию целей, формированию множества альтернатив и показателей качества. В качестве механизма принятия решения используется модель определения степени истинности решений. На основе правил нечетких продукций и теории нечетких множеств формируется решение. В результате производится оценка полученных исходов.

Система принятия решений; неопределенность; модель определения степени истинности решений; оценка.

E.D. Sinyavskaya

**SYSTEMS OF DECISION-MAKING IN FUZZINESS OF DATA**

In this paper, we consider the systems of decision-making. When we solve the control tasks of many production processes we have a need to develop an efficient control system that can function in fuzziness data. This task connects with many factors. There are identification of control object, detection of fuzzinesses, definition of objectives, detection of set of alternatives, generation of quality indexes. As method of decision-making we choose the model of the definition of validity solutions. The solution is generated by the base of rules of fuzzy productions and theory of fuzzy set. In conclusion, we can see that estimate of received results is made.

The system of decision-making; fuzziness; the model of the definition of validity solutions estimate; set.

Все производственные процессы можно представить как объекты управления (ОУ). Производственные процессы функционируют определенным образом, для обеспечения эффективности их работы и поддержания требуемых режимов функционирования, проектируются системы управления. При проектировании систем управления могут быть использованы различные модели, методы и алгоритмы управления, в зависимости от решаемых задач и целей управления, полноты и точности информации об ОУ и окружающей его среде. Для разработки эффективной системы управления, необходимо сначала описать производственный процесс как ОУ с точки зрения теории автоматического управления (рис. 1).

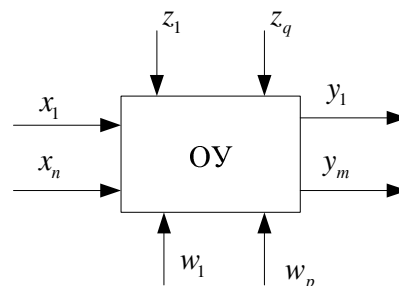


Рис. 1. Модель производственного процесса как ОУ

Производственный процесс как ОУ характеризуется различным набором состояний. Каждое из таких состояний можно представить в виде зависимости характеристик и параметров ОУ. Производственные процессы как сложные ОУ обычно представляют собой многомерные ОУ.

В качестве входных сигналов  $x_1, \dots, x_n$  выступают управляющие воздействия. Для производственных процессов управляющие воздействия – это параметры, при помощи которых достигается требуемое состояние ОУ.

Выходные сигналы ОУ  $y_1, \dots, y_m$  – это управляемые величины, которые характеризуют технологические параметры ОУ и состояние окружающей среды, в которой он функционирует.

Необходимо также учитывать, что на ОУ воздействуют возмущения, которые могут быть управляемыми  $z_1, \dots, z_q$  и неуправляемыми  $w_1, \dots, w_p$ . Данные возмущения обуславливаются конструкционными, технологическими параметрами оборудования, изменениями в состоянии среды, нарушениями в ходе технологического процесса.

Выходные переменные  $y_1, \dots, y_m$  зависят от входных сигналов  $x_1, \dots, x_n$  и возмущений  $z_1, \dots, z_q$  и  $w_1, \dots, w_p$ , таким образом, все входные параметры выступают в виде причин, а выходные величины ОУ являются следствиями. Выходные сигналы должны полностью определяться входными параметрами. Связь между входными и выходными параметрами ОУ с учетом существующих возмущений можно записать в следующем виде:

$$y_1, \dots, y_m = F(x_1, \dots, x_n, z_1, \dots, z_q, w_1, \dots, w_p). \quad (1)$$

Однако большинство современных производственных процессов представляют собой сложные ОУ, для которых невозможно измерить или учесть все входные и выходные переменные, влияющие на ход процесса. Поэтому очень часто проектировщики ограничиваются небольшой группой параметров ОУ, а остальные факторы относят к неконтролируемым возмущениям. То есть рассматриваемые ОУ можно отнести к процессам, функционирующим в условиях априорной неопределенности исходных данных.

Априорная неопределенность носит различный характер, может иметь различную природу и неоднозначно влиять на ОУ. Таким образом, задача управления в условиях априорной неопределенности существует, когда неопределенную форму имеет хотя бы один из следующих элементов системы: цели, критерии качества, состояния (параметры или связи), управляющие решения (альтернативы или заключения), показатели ограничения [1].

Для систем управления сложными ОУ, для которых априорная информация об их структуре и функционировании обладает значительной неполнотой, эффективным решением является разработка систем принятия решений [2]. В основе таких систем лежат описание объектов с помощью лингвистических переменных, а методами управления являются методы на основе нечеткого логического вывода [3]. Рассматривая данный подход, в рамках управления сложными производственными системами, можно выделить следующие преимущества:

- ◆ возможность задания неточных границ;
- ◆ учет априорной неопределенности исходных данных;
- ◆ многокритериальность. Выбор оптимальной альтернативы из совокупности предложенных;
- ◆ использование методов искусственного интеллекта. Поскольку нечеткая логика – модель представления эвристических знаний [4], то используются модели и методы, основанные на моделировании процессов мышления и поведения человека;
- ◆ гибкость управления. Возможность регулирования и изменения исходных данных, диапазона измерений без полного пересчета регулятора.

Еще одной причиной применения систем принятия решений является тот факт, что неопределенности, возникающие в процессе функционирования ОУ, не могут быть описаны количественно или точно измерены. Для описания таких ОУ используются качественные характеристики и лингвистические переменные [5].

В общем виде систему принятия решений можно представить в виде алгоритма (рис. 2).

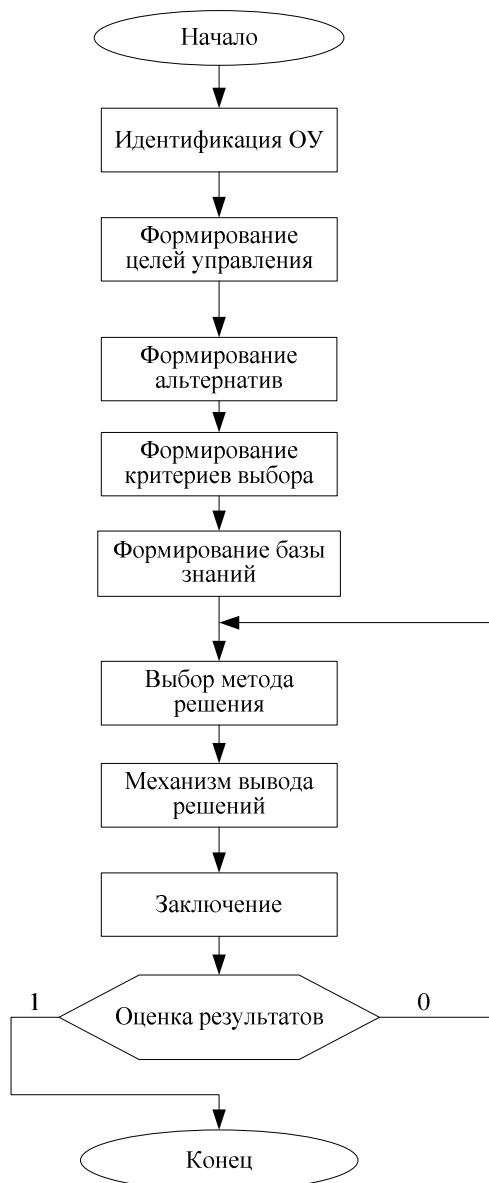


Рис. 2. Алгоритм системы принятия решений

В соответствии с исходными данными, целями, требуемыми результатами, а также средствами и инструментами проектирования выбирается подходящий метод решения. Имеющаяся неопределенность в исходных данных сужает количество возможных способов решения. Наиболее подходящими являются методы на

основе теории нечетких множеств, нечеткого логического вывода, лингвистические модели, теория полезности, ситуационные модели, а также различные модификации этих методов. В данном случае используется система принятия решений, в качестве механизма принятия решений выбирается модель на основе степени определения истинности решений [3]. Это связано с тем, что при неопределенности исходных данных, представление многих параметров и критериев удобнее выполнять средствами естественного языка, а также при помощи продукционных правил.

В общем виде систему принятия решений можно представить в виде множества  $S = \langle C, A, K, P, V, Q \rangle$ .

На первом этапе происходит идентификация ОУ, описываемая множеством  $C$ , выполняемые действия, совпадают с рассмотренным выше описанием модели ОУ. Множество  $C$  формируется из входных сигналов  $X$ , выходных сигналов  $Y$  и возмущений  $Z$ , т.е.  $C = \langle X, Y, Z \rangle$ .

Далее формулируются цели и задачи управления. Достижение результата возможно только при ясных целях. Затем задается множество из  $m$  альтернатив  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ . Под альтернативой понимается вариант решения, удовлетворяющий условиям и целям задачи.

Разработка механизма нечеткого логического вывода осуществляется на основе сведений полученных при идентификации ОУ, поставленных целей и выбранных альтернатив. Тогда продукционные правила для определения множества альтернатив на основании информации об ОУ можно сформировать как [6]:

Если  $C$  есть  $c_1$ , то  $A$  есть  $a_1$ ;

...

Если  $C$  есть  $c_m$ , то  $A$  есть  $a_m$ .

Составляется множество  $n$  критериев  $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ .

В базе знаний хранятся экспертные оценки для каждой альтернативы из множества  $A$  по каждому критерию из множества  $K$ :

$$K = \{\mu_k(a_1)/a_1, \mu_k(a_2)/a_2, \dots, \mu_k(a_m)/a_m\}, \quad (2)$$

где  $\mu_k(a_m) \in [0, 1]$  – оценка альтернативы по критерию, характеризует степень соответствия определенному критерию.

Пусть сформированное множество из  $m$  альтернатив  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ , которое оценивается по каждому критерию из множества  $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ . Тогда можно сформулировать следующие правила:

Если  $A$  есть  $a_1$ , то  $K$  есть  $k_1$ ;

...

Если  $A$  есть  $a_m$ , то  $K$  есть  $k_n$ .

На основании выбранных критериев формируются правила  $P = K_1 \cap K_2 \cap \dots \cap K_n$  [1]. Операция пересечения для каждого правила соответствует операции  $\min$ :

$$\mu_p(a_j) = \min \mu_{k_i}(a_j), i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Лучшей считается альтернатива, которая не только удовлетворяет выбранным критериям, но и имеет наибольшие численные значения степеней принадлежности по выбранным критериям среди других альтернатив:

$$\mu_p(a) = \max \mu_p(a_j), j = \overline{1, m}. \quad (4)$$

Если критерии имеют разную значимость, то вводятся следующие коэффициенты  $\delta_i \geq 0$ , тогда правила будут определяться как:

$$P = K_1^{\delta_1} \cap K_2^{\delta_2} \cap \dots \cap K_n^{\delta_n}. \quad (5)$$

Выбранная альтернатива, которая впоследствии используется как управляющее воздействие, называется исходом  $V$ . Множество исходов имеет вид  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_z\}$ . Выбор управляющего решения выполняется на основе продукционных

правил при помощи определения степени истинности каждого критерия для каждой альтернативы:

Если  $K(A)$  есть  $k_1(a_1)$ , то  $V$  есть  $v_1$ ;

...

Если  $K(A)$  есть  $k_n(a_n)$ , то  $V$  есть  $v_n$ .

Оценка исходов или решений может осуществляться в соответствии с выбранными показателями качества  $Q$ . Для производственных процессов это могут быть КПД, увеличение производительности, энергоэффективность, брак и т.д.

Выбирается шкала оценки исходов, в которой задаются минимально допустимые значения для показателей качества. Значения выбираются на основании мнения экспертов при сопоставлении реальных значений и номинальных. Оценки находятся в пределах от [1, 9], где 1 соответствует наихудший результат, а 9 наилучший.

Таким образом, после оценки каждого исхода, выводится сигнал либо о формировании управляющего сигнала, либо о доработке решения.

Система принятия решений, использующая модель определения степени истинности решений позволяет, с одной стороны, использовать качественную информацию и данные об ОУ на естественном языке, а с другой – применять точные математические вычисления при помощи аппарата теории нечетких множеств. Таким образом, разрабатываемая система управления позволяет решать многокритериальные задачи, в которых присутствует априорная неопределенность исходных данных.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Крумберг О.А. и др. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной. – Рига: Зинатне, 1982. – 256 с.
2. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 231 с.
3. Финаев В.И. Модели систем принятия решений: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 118 с.
4. Александров Е.А. Основы теории эвристических решений. – М.: Сов. Радио, 1975. – 256 с.
5. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
6. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Я.Е. Ромм.

**Синявская Екатерина Дмитриевна** – Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге; e-mail: kirstent@mail.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371689; кафедра систем автоматического управления; аспирантка.

**Sinyavskaya Ekaterina Dmitrievna** – Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: kirstent@mail.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371689; the department of automatic control systems; postgraduate student.