

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ НЕЧЁТКОЙ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Бовда Е.М.

*Военный институт телекоммуникаций и информатизации
E-mail: Bovdae@ukr.net*

The engineering activities of operator information and telecommunication systems with fuzzy initial information

Considered the problem of estimation of limit possibilities of the operator (the norm of manageability) and synthesis of algorithms of its activities in the early stages of designing information-telecommunication systems using the theory of fuzzy sets.

На ранних этапах разработки сложных технических систем, к которым относится информационно-телекоммуникационные системы (ИТС), единственно доступной исходной информацией является экспертная информация. Базируясь на методах теории нечетких множеств [1], рассмотрим две типичные задачи проектирования деятельности оператора: оценка предельных возможностей оператора по управлению (норма управляемости) и синтез алгоритмов его деятельности.

1. Оценка нормы управляемости при нечётких временных характеристиках работы оператора.

Норма управляемости позволяет ориентировочно определить функции и численность оперативного персонала на ранних этапах разработки системы.

Методика оценки нормы управляемости на основе применения теории нечётких множеств заключается в следующем. На основе обработки экспертной информации производится построение функций принадлежности $\mu_{\tau}(t)$ для директивного (располагаемого) времени решения задач управления и нормативного (затрачиваемого) времени $\mu_{\tau}(t)$. Указанные функции принадлежности строятся при фиксированном количестве объектов управления.

Экспертная информация о временных характеристиках может быть получена либо в виде нечёткой оценки средних значений, либо в виде нечётких интервальных оценок (рис.1).

Своевременное выполнение функции управления возможно при выполнении нечёткого неравенства $\tilde{\tau} \leq \tilde{T}$. Сведём задачу сравнения $\tilde{\tau}$ и \tilde{T} к задаче сравнения двух нечётких L - R чисел [2]. Каждое нечёткое число $\tilde{\tau}(\tilde{T})$ представляется кортежем

$$\tilde{\tau} = (\bar{\tau}, \alpha_{\tau}, \beta_{\tau}); \quad \tilde{T} = (\bar{T}, \gamma_T, \sigma_T),$$

где $\bar{\tau}(\bar{T})$ – среднее значение $\tilde{\tau}(\tilde{T})$; $\alpha_{\tau}, \beta_{\tau} (\gamma_T, \sigma_T)$ – левая и правая границы $\tilde{\tau}(\tilde{T})$.

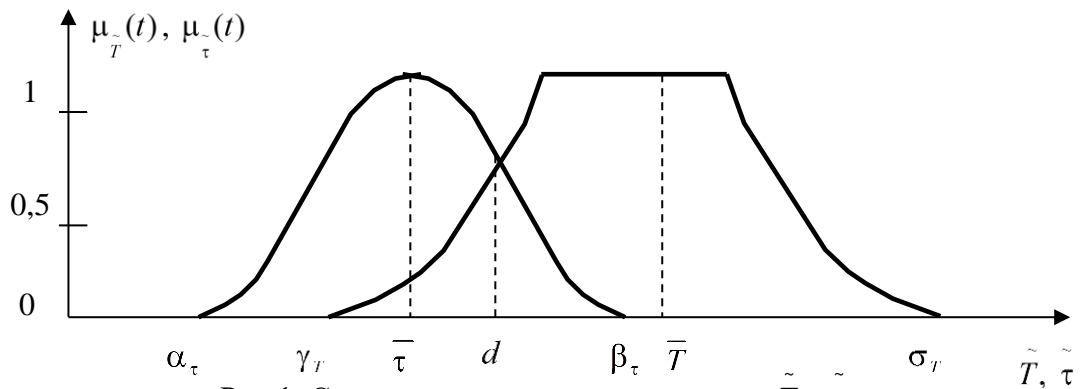


Рис.1. Сравнение нечётких величин при $\tilde{T} > \tilde{\tau}$

Ответ на вопрос "может ли T быть больше τ ?" нечёткий и представляется как нечёткое подмножество множества {да, нет}. Так как нас интересует, сможет ли оператор выполнить своевременно все действия по управлению, то достаточно получить ответ {да} для случая, когда $\tilde{\tau} \leq \tilde{T}$ и {нет}, когда $\tilde{\tau} \geq \tilde{T}$. Для определённости на рис.1. рассмотрен случай, когда $\tilde{\tau} \leq \tilde{T}$, что определяется соотношением

$$V(\tilde{T} \geq \tilde{\tau}) = \sup_{x \geq y} \min(\mu_{\tilde{T}}(x), \mu_{\tilde{\tau}}(y)), \quad (1)$$

откуда получаем соотношение

$$V(\tilde{T} \geq \tilde{\tau}) = L\left(\frac{\bar{T} - \bar{\tau}}{\beta_{\tau} + \gamma_T}\right), \quad (2)$$

где $L(z)$ находится из таблиц.

Если эксперты считают эту степень возможности вычисления функции управления недостаточной, то необходимо:

- уменьшить число управляемых объектов;
- построить функции принадлежности $\mu_{\tilde{T}}(t)$ и $\mu_{\tilde{\tau}}(t)$;
- произвести сравнение нечётких величин $\tilde{\tau}$ и \tilde{T} и определить новое значение $V(\tilde{T} \geq \tilde{\tau})$.

Последовательно выполняя указанные расчёты, можно получить нечёткую оценку нормы управляемости.

2. Синтез нечётких алгоритмов деятельности оператора

Для синтеза алгоритмического процесса предлагается использовать понятие *нечёткого вероятностного графа* (НВГ), под которым понимается конечный ориентированный граф, дуги которого взвешены нечёткими вероятностно-временными характеристиками переходов между вершинами (например, рис. 2). Для определённости рассмотрим "прямую" постановку задачи синтеза алгоритма: найти такой вариант алгоритма, который обеспечивает минимальное время выполнения T при допустимой вероятности безошибочного выполнения алгоритма $P \geq P_{\text{доп}}$.

Для решения задачи синтеза алгоритма в такой постановке необходима методика расчёта значений вероятности P и времени T для исходного НВГ с помощью его преобразования в эквивалентный НВГ с одной дугой и двумя

вершинами – входной и конечной. Основными операциями такого преобразования являются объединение последовательных и параллельных дуг и удаление дуги-петли, приведённые в [3].

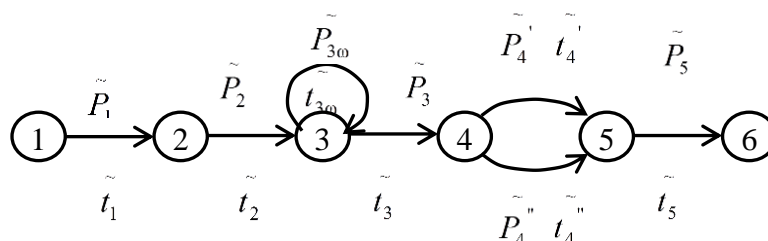


Рис. 2. Пример нечёткого алгоритма

Выбор рационального варианта алгоритма деятельности оператора при нечёткой исходной информации включает следующие этапы.

1. Генерируются возможные алгоритмические структуры деятельности оператора ($i = \overline{1, n}$).

2. Определяются исходные данные по вероятностно-временным характеристикам каждого оператора $A_k, k = \overline{1, l}$, и логического условия $\omega_j, j = \overline{1, m}$. Исходные данные представляют собой нечёткие числа в α -уровневом разложении.

3. Отбрасываются заведомо неперспективные варианты выполнения операторов и логических условий, входящих в i -ю структуру.

4. Путём последовательного укрупнения графа $i-1$ исходной структуры алгоритма до эквивалентного графа на основе использования формул преобразования определяются время реализации $\tilde{T}(A_i, \omega_i)$ и вероятность правильного выполнения алгоритма $\tilde{P}(A_i, \omega_i)$.

5. Отбрасываются варианты реализации процесса, для которых $\tilde{P}(A_i, \omega_i) < P_{\text{доп}}$.

6. Из оставшихся вариантов выбираем тот, у которого $\tilde{T}(A_i, \omega_i) \rightarrow \min$.

7. Выбранный вариант "разворачивается" до уровня операторов и логических условий и записывается рациональный алгоритм.

Практическое применение предлагаемой методики синтеза алгоритма деятельности оператора на ранних этапах проектирования технических систем позволяет решить проблему исходных данных и получить достаточно эффективные алгоритмы.

Литература

1. Кофман А. В. Введение в теорию нечётких множеств / А. В. 1. Кофман. – М: Радио и связь, 1982. – 432 с.
2. Борисов А. Н. Принятие решений на основе нечётких моделей: примеры использования. / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Фёдоров. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.
3. Ротштейн А. П. Нечёткая надёжность алгоритмических процессов / А. П. Ротштейн, С. Д. Штовба. – Винница: Континент, 1997. – 142 с.