**Л. С. Берштейн, А. В. Боженюк, И. Н. Розенберг** (Таганрог, ТТИ ЮФУ). **Определение сильной связности нечетких темпоральных графов.**

В работе, представленной данным докладом, рассматривается нечеткий темпоральный граф, в котором нечеткие связи между вершинами меняются в дискретном времени [1]. Рассматривая нечеткий темпоральный граф с точки зрения его связности, естественно рассмотреть задачу нахождения времени и степени связности.

*Нечетким темпоральным графом* назовем тройку $\widetilde{G} = (X, \widetilde{U}_t, T)$, где $X$ — множество вершин графа с числом вершин $|X| = n$, $T = \{1, 2, \ldots, N\}$ есть множество натуральных чисел, определяющих (дискретное) время; $\widetilde{U}_t = \{\langle \mu(x_i, x_j) | (x_i, x_j) \rangle\}$ — нечеткое множество ребер, где $x_i, x_j \in X$, $\mu_t(x_i, x_j) \in [0, 1]$ есть значение функции принадлежности $\mu_t$ для ребра $(x_i, x_j)$ в момент времени $t \in T$, причем для различных моментов времени для одного и того же ребра $(x_i, x_j)$ значения функции принадлежности (в общем случае) различные. Вершина $x_j$ является нечетко смежной вершине $x_i$ по моменту времени $t \in T$, если выполняется условие $\mu_t(x_i, x_j) > 0$.

*Ориентированным нечетким путем* $\widetilde{L}(x_i, x_k)$ нечеткого темпорального графа $\widetilde{G}$ является направленная последовательность нечетких дуг, ведущих из вершины $x_i$ в вершину $x_k$, в которой конечная вершина всякой дуги, отличной от последней, является начальной вершиной следующей дуги:

$$\widetilde{L}(x_i, x_k) = \langle \mu_{t_1}(x_i, x_1) | (x_i, x_1) \rangle, \langle \mu_{t_2}(x_1, x_2) | (x_1, x_2) \rangle, \ldots, \langle \mu_{t_k}(x_{k-1}, x_k) | (x_{k-1}, x_k) \rangle, \quad (1)$$

для которой выполняются условия $\mu_{t_1}(x_i, x_1) > 0$, $\mu_{t_2}(x_1, x_2) > 0$, …, $\mu_{t_k}(x_{k-1}, x_k) > 0$, а для моментов времени $t_1, t_2, \ldots, t_k \in T$ выполняется неравенство $t_1 \leqslant t_2 \leqslant \ldots \leqslant t_k$.

Иными словами, в нечетком пути каждая последующая вершина нечетко является смежной предыдущей вершине по моменту времени, не меньшем, чем в моменты, по которым все предыдущие вершины в этой последовательности являются нечетко смежными.

Конъюнктивная прочность пути определится выражением $\mu_{\&}(\widetilde{L}(x_i, x_k)) = \&_{j \in \{t_1, t_2, \ldots, t_k\}} \mu_{t_j} \langle x_i, x_j \rangle$.

Вершину $x_k$ будем считать нечетко достижимой из вершины $x_i$ в нечетком темпоральном графе при условии, что существует ориентированный нечеткий путь $\widetilde{L}(x_i, x_k)$. Значение $t_k$ назовем *временем достижимости* вершины $x_k$ из $x_i$, а величину $\mu_{\&}(\widetilde{L}(x_i, x_k))$ — *степенью достижимости.*

Если существует несколько последовательностей $\widetilde{L}$ вида (1) из вершины $x_1$ в вершину $x_k$, то наименьшее из величин $i_{k-1}^{(j)}$ назовем *минимальным временем достижимости* вершины $x_k$ из вершины $x_1$, $t_{\min}(x_1, x_k) = \min_{j=1,2,\ldots,L}\{i_{k-1}^{(j)}\}$, а значение $\mu(t_{\min})$ — *степенью достижимости.*

Нечеткий темпоральный граф $G$ является *нечетко сильно связным*, если каждая вершина графа достижима из любой другой вершины за конечное время. Величину $t_{scon} = \max_{\forall x_i, x_j \in X}\{t_{\min}(x_i, x_j)\}$ назовем *временем сильной связности темпорального графа $G$.*

В докладе предлагается метод нахождения сильной связности нечетких темпоральных графов. Данный метод основан на нахождении нечеткого транзитивного и нечеткого обратного транзитивного замыканий произвольной вершины рассматриваемого нечеткого темпорального графа. Предложенный метод оптимально решает поставленную задачу.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 10-01-00029а.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Берштейн Л. С.*, *Боженюк А. В.* Использование темпоральных графов как моделей сложных систем. — Известия ЮФУ. Технические науки, 2010, № 4 (105), с. 198–203.