

Д. Н. Ястребинская (Таганрог, ТТИ ЮФУ). **Алгоритм нахождения степени живучести транспортной сети.**

Жизнь современного общества трудно представить без целого комплекса сетей различного назначения [1]. Этот комплекс включает такие разнородные системы, как телефонные сети, системы трубопроводов, сети авиалиний, железнодорожные и автомобильные сети и др. Традиционно моделью таких сетей являются графы, вершины которых соответствуют элементам сети (населенные пункты, пересечения дорог, железнодорожные вокзалы), а ребра — их связям. Если сеть представлена в виде графа, то под его живучестью понимается чувствительность к повреждениям с точки зрения удаления некоторых ребер или вершин.

Иногда из-за наличия каких-либо факторов параметры сети могут быть заданы неточно, или субъективно. В этом случае более адекватной моделью сети могут стать нечеткие графы [2].

Пусть нечеткий граф второго рода задан в виде $(n \times n)$ -матрицы $R_G = R_X \cup R_D = \|r_{ij}\|$, где R_X — матрица смежности вершин нечеткого графа, R_D — диагональная матрица, у которой элементами главной диагонали являются значения функции принадлежности для вершин нечеткого графа.

Введем в рассмотрение четыре вектор-столбца и четыре вектор-строки размерностью $(n \times 1)$ и $(1 \times n)$, соответственно: вектор-столбец L — длина пути (количество ребер) от первой до рассматриваемой вершины; вектор-столбец предшествующих вершин X_{pred} ; вектор-столбец транзитивного замыкания $\tilde{\Gamma}$; вектор-столбец просмотренных вершин P_{rosm} ; вектор-строка L^- — длина пути (количество ребер) от рассматриваемой до первой вершины; вектор-строка предшествующих вершин X_{pred}^- ; вектор-строка обратного транзитивного замыкания $\tilde{\Gamma}^-$; вектор-строка просмотренных вершин P_{rosm}^- .

Блок-схема

Шаг 1. Положить для всех $x_i \in X$, $i = 1, \dots, n$: $\Gamma(x_i) = 0$, $\Gamma^-(x_i) = 0$, $L(x_i) = \infty$, $L^-(x_i) = \infty$, $X_{pred}(x_i) = \emptyset$, $X_{pred}^-(x_i) = \emptyset$, $P_{rosm}(x_i) = ''-''$, $P_{rosm}^-(x_i) = ''-''$.

Шаг 2. Положить $L(x_i) = 0$; $\Gamma(x_i) = r_{ii}$ и перейти к шагу 3.

Шаг 3. Если для всех x_j , $j = 1, \dots, n$, $j \neq i$, выполняется неравенство $r_{ij} > \Gamma(x_j) \& \Gamma(x_i) > \Gamma(x_j)$, то положить $\Gamma(x_j) = r_{jj} \& \Gamma(x_i)$, иначе $\Gamma(x_j) = r_{ij}$. При этом $L(x_j) = L(x_i) + 1$, $X_{pred}(x_j) = x_i$ и $P_{rosm}(x_i) = ''+''$ (т. е. вершина x_i просмотрена).

Шаг 4. Определить такую вершину x_k графа $\tilde{G}$, для которой выполняется условие: $\Gamma(x_k) = \max_{j \in \{1, n\}, j \neq i} \{\Gamma(x_j) \mid L(x_j) < (n - 1) \& P_{rosm}(x_j) = ''-''\}$.

Шаг 5. Если такая вершина x_k существует, то полагаем $i = k$ и возвращаемся к шагу 3, иначе переходим к шагу 6.

Шаг 6. Положить $L^-(x_i) = 0$; $\Gamma^-(x_i) = r_{ii}$ и перейти к шагу 3.

Шаг 7. Если для всех x_j , $j = 1, \dots, n$, $j \neq i$, выполняется неравенство $r_{ji} > \Gamma^-(x_j) \& \Gamma^-(x_i) > \Gamma^-(x_j)$, то положить $\Gamma^-(x_j) = r_{jj} \& \Gamma^-(x_i)$, иначе $\Gamma^-(x_j) = r_{ij}$. При этом $L^-(x_j) = L^-(x_i) + 1$, $X_{pred}^-(x_j) = x_i$ и $P_{rosm}^-(x_i) = ''+''$.

Шаг 8. Определить такую вершину x_k графа $\tilde{G}$, для которой выполняется условие $\Gamma^-(x_k) = \max_{j \in \{1, n\}, j \neq i} \{\Gamma^-(x_j) \mid L^-(x_j) < (n - 1) \& P_{rosm}^-(x_j) = ''-''\}$ (обратное транзитивное замыкание вершины больше, чем у всех остальных непросмотренных вершин). Если же $\Gamma^-(x_k) = 0$, то до перехода к шагу 7, $\Gamma^-(x_k)$ присвоить значение x_{kk} .

Шаг 9. Если такая вершина x_k существует, то полагаем $i = k$ и возвращаемся к шагу 7, иначе переходим к шагу 10.

Шаг 10. Определить степень живучести нечеткого графа $\tilde{G}$: $V(\tilde{G}) = \min_{i=1, \dots, n} \{\Gamma(x_i)\} \& \min_{i=1, \dots, n} \{\Gamma^-(x_i)\}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фрэнк Г., Фриш И.* Сети, связи, потоки. М.: Связь, 1978.
2. *Кофман А.* Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и связь, 1982.
3. *Боженюк А. В., Розенберг И. Н., Старостина Т. А.* Анализ и исследование потоков и живучести в транспортных сетях при нечетких данных. М.: Научный мир, 2006.