

УДК 621.396.96

М.В.БУЛАЕНКО, К.С.ВАСЮТА, кандидаты техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

О МЕТОДЕ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Рассматриваются методы построения и оптимизации функционирования систем связи для обеспечения процесса управления.

Эффективность процесса управления как транспортной, так и любой другой системой, зависит от того насколько обеспечивающая ее функционирование, система связи способна обеспечить потребности управления. Для этого система связи должна поддерживать определенное количество линий и каналов связи. В связи с чем возникает потребность в таком распределении средств и каналов связи, которое позволит использовать их максимально эффективно. Удовлетворение потребностей управления при любых условиях возможно лишь при рациональном использовании ее элементов и средств.

Решение задачи рационального распределения средств рассмотрено в ряде научных работ [1-3], однако, основное внимание в них уделяется вопросам построения начальной системы связи информационно-управляющих систем без учета надежности и оптимальной системы связи предприятия. В работе [4] предложено рациональное использование средств с учетом возможных отказов, однако не учитывается возможное перераспределение в процессе управления. Целью данной работы является определение методов построения системы связи на основе рационального распределения элементов в процессе обеспечения управления.

Задача может быть сформулирована следующим образом.

Имеется N средств связи, которые необходимо распределить по S объектам управления. В качестве критерия оптимальности используется максимум эффективности (надежности). При решении на задачу накладываются ограничения: считаем, что во время распределения средства не выходят из строя и объекты взаимонезависимы.

Поставленная задача является задачей дискретной оптимизации и может быть решена, принимая во внимание неоднородность ее элементов, методом двух функций.

В качестве исходных данных для различных элементов системы связи может использоваться вероятность обеспечения устойчивого соединения в зависимости от дальности линии связи.

Используемые средства связи, с учетом их неоднородности, опи-

шем вектором $\{\omega_{ij}\}$, в матрице $\|\omega_{ij}\|_{NS}$. Каждому элементу связи присвоим свой номер j ($j=1,2,\dots,N$), а использование элемента системы связи в i направлении будем учитывать в индикаторе $\delta_{ij}=1$. Тогда матрица назначений $\|\delta_{ij}\|_{NS}$ будет содержать информацию про использование соответствующего средства связи по соответствующему направлению. Распределение необходимо провести так, чтобы обеспечить максимальную стабильность связи.

Для учета уникальности каждого средства и их оптимального распределения рассмотрим на каждом шаге оптимизации функцию выигрыша F_t^+ и функцию потерь F_t^- . Функция F_t^+ неубывающая и имеет положительное приращение при пошаговом распределении

$$\Delta_{kl}^+ = F_t^+ - F_{t-1}^+ = A_t^{(t-1)} \omega_{kl}, \quad k=1,2,\dots,N; \quad l=1,2,\dots,S, \quad (1)$$

где $A_t^{(t-1)}$ – вес (важность) элемента системы связи, ω_{kl} – вероятность обеспечения устойчивой связи k -м средством на l -м направлении.

Функция потерь F_t^- невозрастающая и имеет отрицательное приращение, которое определяется выражением

$$-\Delta_{kl}^- = F_t^- - F_{t-1}^-, \quad k=1,2,\dots,N; \quad l=1,2,\dots,S. \quad (2)$$

Считая, что на t -м шаге процесса распределения средств в каждом из направлений установлена связь с вероятностью $P_t^{(t-1)} - 1 - Q_t^{(t-1)}$, матрицу назначений можно записать в виде:

$$F_{t-1}^- = \sum_{i=1}^S A_i \left(1 - Q_t^{t-1} \prod_{j \in N(t)} \varepsilon_{ji} \right), \quad (3)$$

где $N(t)$ – множество неиспользованных до t -го шага средств; ε_{ji} – вероятность необеспечения устойчивой связи.

После назначения k -го средства на l -м направлении функция потерь будет иметь вид:

$$F_t^- = \sum_{i \neq l} A_i \left(1 - Q_i^{(t-i)} \prod_{\substack{j \neq k \\ j \in N^{(t)}}} \varepsilon_{ji} \right) + A_l \left(1 - Q_l^{(t-1)} \prod_{j \in N^{(t)}} \varepsilon_{ji} \right). \quad (4)$$

Учитывая, что $\sum_{i \neq l} F_i = \sum_i F_i - F_l$,

получим

$$F_l^- = \sum_i A_i \left(1 - \frac{Q_i^{(t-1)}}{\varepsilon_{ki}} \prod_j \varepsilon_{ji} \right) - \frac{A_i \omega_{kl}}{\varepsilon_{kl}} \prod_j \varepsilon_{ji} \quad (5)$$

Таким образом, приращение функции потерь на t -м шаге при предварительном назначении k -го средства будет иметь вид:

$$-\Delta_{kl}^- = -\sum_i \frac{A_i^{(t-1)} \omega_{ki}}{\varepsilon_{ki}} \prod_j \varepsilon_{ji} + \frac{A_l^{(t-1)} \omega_{kl}}{\varepsilon_{kl}} \prod_j \varepsilon_{ji} = -\sum_{j \neq l} \frac{A_i^{(t-1)} \omega_{ki}}{\varepsilon_{ki}} \prod_j \varepsilon_{ji}, \quad (6)$$

где $j, k \in N^{(t)}$, $l = 1, 2, \dots, S$.

Вес элемента системы связи при этом может быть определен следующим образом:

$$A_i^{(t-1)} = A_i Q_i^{(t-1)}, \quad i = 1, 2, \dots, S.$$

Потери, возникающие на i -м элементе при закреплении k -го средства за l -м объектом определяются выражением

$$\frac{A_i^{(t-1)} \omega_{ki}}{\varepsilon_{ki}} \prod_j \varepsilon_{ji}, \quad i \neq l, \quad j \in N^{(t)}. \quad (7)$$

Определенное выше значение $-\Delta_{kl}^-$ позволяет количественно учесть требования к оптимизации процесса распределения средств с учетом их неоднородности, т.е. процесс оптимизации должен обеспечить такой порядок распределения средств, который на каждом шаге обеспечивал бы наибольший прирост функции выигрыша Δ_{kl}^+ при минимальных потерях $-\Delta_{kl}^-$. Эти требования к процессу оптимизации могут находиться в противоречии друг к другу, поэтому для наилучшего их удовлетворения будем использовать процесс последовательного распределения средств, при условии максимизации на каждом шаге алгебраической суммы прироста функции выигрыша и функции потерь:

$$\Delta_{kl} = \Delta_{kl}^+ - \Delta_{kl}^-, \quad k = N^{(t)}, \quad l = 1, 2, \dots, S.$$

Для выполнения этой трудоемкой и многошаговой задачи распределения средств связи предложен соответствующий алгоритм ре-

шения, в котором в качестве исходных данных используются: матрица весов элементов системы связи A_f , матрица вероятностей обеспечения устойчивой связи ω_{kl} , вероятности необеспечения устойчивой связи ε_{ji} , количество элементов системы связи N , количество объектов управления S . На выходе алгоритма будет получено оптимальное значение целевой функции $F(\delta_0)$ и матрица последовательности распре-

деления средств связи по объектам управления $\left\| \delta_{ji}^0 \right\|_{NS}$. Для определения веса того или иного объекта, с которым устанавливается связь, целесообразно использовать методы сравнения, анализа или экспертных оценок.

При оптимальном распределении данных средств обеспечивается максимальное значение целевой функции $F(x)$.

Таким образом, полученные результаты определяют направления усовершенствования системы связи. Кроме того, позволяют:

- рационально использовать элементы системы связи;
- оценить эффективность выбранного варианта системы связи;
- определить рациональную структуру системы связи, которая обеспечивает максимальные информационные возможности;
- определить состав средств, а также вариант построения системы, который обеспечивает заданную эффективность при заданных условиях обеспечения управления.

Полученные результаты могут быть использованы руководителями промышленных предприятий, а также всеми специалистами, работающими в области информационно-управляющих систем, при принятии решения об организации системы связи и определении ее структуры.

1.Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 2000. – 383 с.

2.Щербина А. П. Основы теории сетей военной связи. – Л.: ВАС, 1984. – 169 с.

3.Обеспечение непрерывности связи в динамике операции // Информационный сборник по связи и автоматизации. –1987. – №17. – С.17-40.

4.Дискретные оптимизационные задачи и эффективные приближенные алгоритмы // Техническая кибернетика. – 1979. – №6. – С.9-20.

Получено 27.01.2006