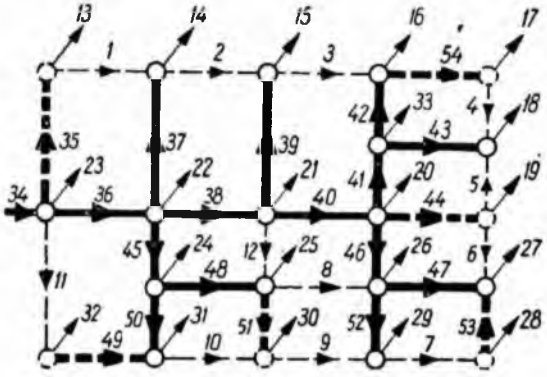
РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Э. Н. Рыбников

Харьков

Один из способов повышения надежности работы сложных сетевых систем — превращение разветвленных сетей в кольцевые. При этом возникает задача выбора отдельных параметров участков сети, при которых суммарные капитальные затраты на строительство и эксплуатацию за расчетный период работы минимальны. К сложным сетевым системам относятся и гидравлические системы, в частности, водопроводные. Упо-

мянутая задача для них заключается в выборе оптимальных диаметров проектируемых участков. Исходными данными являются: топология сети, расходы по участкам, диаметры существующих участков и специальные технико-экономические параметры. Задание всех расходов по реально существующим и проектируемым участкам эквивалентно заданию s параметров ($s = m - n + 1$ — цикломатическое число сети без учета фиктивных участков; m — общее количество участков сети; n — количество узлов). В таком случае заданных диаметров должно быть меньше, чем $m - s$. В противном случае область задания функции цели будет пустой, так как система ограничений, соответствующая второму закону гидравлических сетей, при этом имеет число переменных меньше, чем количество уравнений. Если заданных диаметров только $m - s$, решение единственно и говорить о минимуме функции цели не приходится.



Используя математическую модель установившегося потокораспределения [1] и обозначения, принятые в работе [2], рассмотрим задачу технико-экономического расчета, когда задано меньше $m - s$ диаметров участков.

Закодируем граф водопроводной сети. Дерево графа выберем таким образом, чтобы в него входили участки существующей водопроводной сети. Тогда участки вновь проектируемой сети частично станут ветвями дерева, частично — связями. Фиктивные участки и участки, питающие сеть, кроме одного, сделаем связями. Связям вновь проектируемых участков присвоим номера от 1 до l. Связям фиктивных участков — от $l + 1$ до θ, а связям, питающим сеть, от $\theta + 1$ до s. Присвоим ветви дерева с источником питания номер $s + 1$. Ветвям дерева, соответствующим участкам существующей сети, дадим номера от $s + 2$ до $s + t + 2$. Ветвям дерева, соответствующим вновь проектируемым участкам, от $s + t + 3$ до m.

На рисунке показана данная кодировка графа сети. Сплошные линии — существующие участки, пунктирные — проектируемые.

С учетом произведенного кодирования функции цели, представляющие собой приведенные суммарные капитальные затраты на строительство и эксплуатацию сети, имеют вид

$$V = \sum_{r=1}^{l} \left(\frac{M_r}{h_r^{\overline{m}}} + C_r h_r \right) = \sum_{i=s+t+3}^{m} \left(\frac{M_i}{h_i^{\overline{m}}} + C_i h_i \right) + \sum_{r=l+1}^{\theta} C_r \Delta h_r^{c}. \qquad (1)$$

Для нахождения минимума функции (1) по переменным h_i ($i = s + t + 3,\ s + t + 4, \ldots, m$) возьмем частные производные функции по каждой из этих переменных и приравняем их нулю при условии, что

$$h_r = -\sum_{i=s+2}^{s+t+2} b_{ri} h_i^{*} - \sum_{i=s+t+3}^{m} b_{ri} h_i; \quad (r = 1, \ldots, l) \qquad (2)$$

$$\Delta h_r^{c} = \sum_{i=s+2}^{s+t+2} b_{ni} (h_i^{*} + \beta_i h_i^{r}) + \sum_{i=s+t+3}^{m} b_{ni} (h_i + \beta_i h_i^{r}) +$$

$$+ h_n^{c*} - \sum_{i=s+2}^{s+t+2} b_{ri}(h_i^* + \beta_i h_i^{\Gamma}) - \sum_{i=s+t+3}^{m} b_{ri}(h_i + \beta_i h_i^{\Gamma}) - h_r^{c*}. \qquad (3)$$

$$(r = l+1, \ldots, \theta)$$

При этом получим

$$f_l = \frac{\partial V}{\partial h_l} = C_l - \frac{\frac{a}{m} M_l}{h_l^{\frac{a}{m}+1}} + \sum_{r=1}^{l} b_{rl}\left(\frac{\frac{a}{m} M_r}{h_r^{\frac{a}{m}+1}} - C_r\right) + \sum_{r=l+1}^{\theta} C_r (b_{nl} - b_{rl}). \qquad (4)$$

$$(i = s+t+3, \ldots, m)$$

Таким образом, задача технико-экономического расчета сети при реконструкции свелась к решению системы нелинейных уравнений (4) с учетом линейных уравнений (2) и (3). Для решения данной системы уравнений могут быть использованы методы скорейшего, либо покоординатного спуска.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Евдокимов, Э. Н. Рыбников. Математическая модель установившегося потокораспределения в водопроводных сетях. «Изв. вузов, Строительство и архитектура», № 8, 1968.

2. А. Г. Евдокимов, Э. Н. Рыбников. Технико-экономический расчет кольцевой водопроводной сети с учетом свободных напоров в ее узлах. Зб. «Приборы и системы автоматики», вып. 10. Изд-во ХГУ, Харьков, 1969.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛГОРИТМА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА В ФУНКЦИИ ВРЕМЕНИ

А. Е. Божко

Харьков

Синтез оптимального управления с помощью метода наименьших квадратов [2, 3] базируется на определении алгоритма управления в функции координат управляемого объекта и не дает в таком виде представления о переходном процессе исследуемой системы. В этом смысле более удобен принцип максимума Л. С. Понтрягина. Однако реализация управления, найденного по принципу максимума, затруднительна [3], что не наблюдается при реализации алгоритма оптимального управления с помощью метода наименьших квадратов.

В соответствии с этим методом решения оптимального управления для объекта, описываемого уравнением вида

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= x_3 \\ \dot{x}_3 &= -C_1 x_1 - C_2 x_2 - C_3 x_3 - C_0 U, \quad |U| \leqslant 1 \end{aligned} \qquad (1)$$

где x_1, x_2, x_3 — фазовые координаты выходных параметров объекта управления,

C_0, C_1, C_3, C_4 — коэффициенты,

можно получить алгоритм управления

$$U(x) = -\operatorname{sign}(k_1 x_1 + k_2 x_2 + k_3 x_3), \qquad (2)$$

где $k_i (i = 1, 2, 3)$ — коэффициенты, определяемые конструктивными параметрами объекта.