

# АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЫБОРА ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Семенова Л.А., доцент, канд.техн.наук, Аглуллин Р. Р.  
Оренбургский государственный университет

Одной из задач, решаемых при проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий, является выбор оптимальной логистической (распределительной) сети. Это позволит устранить чрезмерно протяженные участки линий электропередач (кабельных и воздушных), и как следствие, снизить капитальные вложения при строительстве сети и эксплуатационные издержки, а также повысить надежность электроснабжения.

В качестве критериев оптимальности наиболее часто используются экономический критерий, заключающийся в минимизации затрат на сооружение сети, или технический критерий, заключающийся в минимизации потерь электрической мощности.

Сформулируем задачу следующим образом: необходимо по критерию минимальных затрат выбрать оптимальную логистическую (распределительную) сеть, обеспечивающую передачу электрической энергии от  $n$  узлов источника к  $m$  узлам потребления с учетом ограниченных ресурсов источника ( $A_i, i = \overline{1, n}$ ) и известной мощности потребителей ( $B_j, j = \overline{1, m}$ ).

В общем виде математическая модель поставленной оптимизационной задачи запишется в виде:

$$F = \sum_{i=1}^{n+m} \sum_{j=1}^{n+m} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

с учетом ограничений:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m x_{ij} &= A_i, \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &= B_j, \end{aligned} \quad (2)$$

и граничных условий:

$$x_{ij} \geq 0, \quad (3)$$

где  $n$  – количество узлов источников питания;

$m$  – количество узлов потребителей;

$c_{ij}$  – удельные стоимости передачи электроэнергии от узла  $i$ -го узла источника к  $j$ -му узлу потребителя;

$x_{ij}$  – передаваемые мощности от  $i$ -го узла к  $j$ -му узлу.

Выражения (1-3) представляют собой модель транспортной задачи в сетевой постановке [1], являющуюся частным случаем задач линейного программирования. Проведенный анализ методов [1-6], используемых для решения указанного класса задач, позволил разбить их условно на три группы.

К первой группе отнесен метод полного перебора [2], главным преимуществом которого является получение точного решения задачи (выбор оптимальной распределительной сети предприятия). К недостаткам следует отнести временные затраты на поиск оптимального решения в виду большого числа реализаций. Например, для  $m$  узлов потребителей необходимо рассмотреть  $m!$  возможных маршрутов прокладки кабельных линий.

Ко второй группе отнесены эвристические методы, направленные на сокращение перебора вариантов (возможных решений), такие как: жадный алгоритм [2, 3]; метод ветвей и границ [1, 4]; генетические алгоритмы [5] и т.д. Применение методов этой группы сокращает время решения задачи по сравнению с методами полного ненаправленного перебора вариантов. Однако, получаемые решения не являются, как правило, наилучшими (оптимальными), а относятся лишь к множеству допустимых решений. Необходимо также отметить, что найденное методами второй группы решение задачи будет соответствовать кольцевой схеме электроснабжения (будет определен выгодный маршрут проложения кабельных линий, проходящий все узлы потребителей хотя бы по одному разу с последующим возвратом в узел источника питания).

К третьей группе отнесены методы итерационного улучшения решения, в том числе метод потенциалов [6]. Суть методов заключается в следующем: определяется опорный план (один из возможных вариантов распределительной сети) с последующей проверкой его на оптимальность ( $F \rightarrow \min$ ). Если план оптимален – решение найдено, иначе процесс улучшения продолжается до тех пор, пока не будет найден оптимальный план.

Найденному решению методами третьей группы классической транспортной задачи (передача электрической мощности осуществляется непосредственно от источника к потребителям) будет соответствовать радиальная схема электроснабжения. Поскольку распределительные сети промышленных предприятий выполняются радиально-магистральными (передача мощности осуществляется через промежуточные (транзитные) узлы), то поиск оптимального варианта сети следует проводить методами решения транспортной задачи с транзитом мощности, а именно измененным методом потенциалов.

На основании проведенного анализа методов, используемых для решения транспортной задачи в сетевой постановке, выявленных достоинств и недостатков, в работе выдвинута гипотеза о целесообразности применения измененного метода потенциалов. Дальнейшее исследование планируется направить на разработку соответствующего алгоритма и его программную реализацию.

#### *Список литературы*

1. Грешилов, А. А. *Математические методы принятия решений : учеб. пособие / А. А. Грешилов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 647 с. ISBN 978-5-7038-3910-2*

2. Левитин, А. Алгоритмы: введение в разработку и анализ / А. Левитин // М.: Вильямс, 2006. – 575 с
3. Борознов, В. О. Исследование решения задачи коммивояжёра / В. О. Борознов В. О. // Вестник Астраханского государственного технического университета, 2009. – № 2. – С. 147-151.
4. Сигал, И. Х. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы / И. Х. Сигал // М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 240 с.
5. Макконнелл, Дж. Основы современных алгоритмов / Дж. Макконнелл // М. : Техносфера, 2004. – 368 с.
6. Костин, В. Н. Оптимизационные задачи в электроэнергетике : учеб. пособие / В.Н. Костин. – СПб. : СЗТУ, 2003. – 120 с.