

равенств / А.П. Чмутов ; Электрические станции, 1991. — №3. — С. 62-66.

Научный руководитель: А.В. Варганова, к.т.н., доцент ЭиАС МГТУ им. Г.И. Носова.

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Ю.М. Байрамгулова, И.Н. Гончарова, А.В. Варганова
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Приведен подход по определению чувствительности алгоритма оптимизации режимов работы промышленных электростанций методом двухсторонней интервальной оценки. При расчетах использовалась величина суммарных затрат на прием, выработку и передачу электроэнергии в энергоузле крупного предприятия.

Ключевые слова: генератор, метод динамического программирования, электрическая нагрузка, электростанция, метод двухсторонней интервальной оценки.

Одним из способов повышения экономичности работы промышленных систем электроснабжения с собственными электростанциями является определение оптимальных загрузок генераторов и величины приема мощности из системы. На кафедре электроснабжения промышленных предприятий разрабатывается программный модуль «Оптимизация по активной мощности», алгоритм которого основан на методе динамического программирования [1-2]. Основными исходными данными для расчета являются технико-экономические модели генераторов [3], если в качестве источников используются газопоршневые установки, то при построении моделей используется подход, описанный в [4]. Для построения моделей необходимо разработана методика расчета себестоимости острого пара [5]. Кроме того, алгоритм оптимизации позволяет учитывать ограничения по работе генераторов в несимметричных режимах [6].

При расчетах представлял интерес оценки чувствительности разработанного алгоритма.

Чувствительность алгоритма оптимизации оценивалась методом двухсторонних интервальных оценок. Расчет проводился для системы электроснабжения с суммарной нагрузкой 630 МВт, собственным производством в 450 МВт и приемом из системы 85 МВт (5 МВт потери мощности в сети). В качестве исследуемого параметра принята величина суммарных затрат на прием, передачу и выработку электрической энергии в рассматриваемой системе электроснабжения при изменении нагрузки узла ($\Delta S_{\text{нагр}}$) на 5 МВт в интервале от минус 30 МВт до плюс 30 МВт.

Для оценки чувствительности необходимо по (1) определить разницу между затратами текущего значения и следующего за ним:

$$\Delta Z = |\Sigma Z_i - \Sigma Z_{i\pm 1}| \quad (1)$$

где $\Sigma Z_i, \Sigma Z_{i\pm 1}$ - текущее и следующее значение суммарных затрат.

Перевести полученную разницу в проценты по (2) и определить чувствительность по (3).

$$\Delta Z_{\%} = \left| 100 - \frac{|\Sigma Z_i - \Sigma Z_{i\pm 1}|}{\Sigma Z_i} \cdot 100 \right| \quad (2)$$

$$\delta = |\Delta Z_i - \Delta Z_{i\pm 1}| \quad (3)$$

Алгоритм оптимизации считается устойчивым, если погрешность вычислений на каждом шаге расчета не будет превышать 5%. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Табл. 1. Оценка чувствительности полученных результатов

i	$P_{\text{сист}}, \text{МВт}$	$\Sigma Z, \text{тыс. руб./ч}$	$\Delta Z, \text{тыс. руб./ч}$	$\Delta Z_{\%}, \%$	$\delta, \%$
-30	605	1066535,47	7321,31	0,69	1,37
-25	610	1073856,78	7314,77	0,68	1,36
-20	615	1081171,55	7319,54	0,68	1,35
-15	620	1088491,09	7312,81	0,66	1,34
-10	625	1095803,90	7316,80	0,66	1,33
-5	630	1103120,70	7317,27	0,67	1,32
0	635	1110437,97	7315,08	0,66	1,25
5	640	1117753,05	6618,95	0,59	1,30
10	645	1124372,00	8010,57	0,71	1,36
15	650	1132382,57	7306,69	0,65	1,29
20	655	1139689,25	7313,17	0,64	1,28
25	660	1147002,43	7311,13	0,64	0,64
30	665	1154313,55	1154313,60	0,64	0,64

Чтобы визуально определить влияние изменения параметров сети на величину суммарных затрат построена лепестковая диаграмма, отражающая взаимное расположение допустимого и расчетного значения δ (рис. 1).

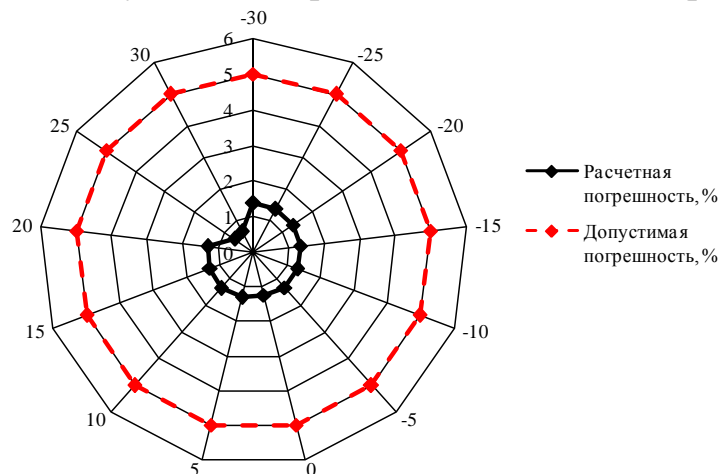


Рис. 1. Блок-схема алгоритма определения экономически целесообразных сечений проводников

Таким образом, можно сделать вывод о том, что разработанные алгоритмы оптимизации являются устойчивыми к изменению параметров расчетной схемы, а погрешность расчета составляет не более 1,4% что меньше 5% допустимых.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кочкина А.В., Варганов Д.Е., Ковалев А.Д., Малафеев А.В. Оптимизация распределения активных мощностей между разнородными генерирующими источниками в системе электроснабжения промышленного предприятия // Электроэнергетика глазами молодежи III Международная научно-техническая конференция: сборник докладов. - 2012. - С. 280-284.
2. Малафеев, А.В. Оптимизация режимов промышленных электростанций с учетом зависимых ограничений по условиям статической устойчивости и длительной несимметрии: монография / А.В. Малафеев, А.В. Кочкина, О.В. Газизова, Е.А. Панова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. - 119 с.
3. Кочкина А.В., Малафеев А.В., Курилова Н.А., Нетупский Р.П. Построение технико-экономических моделей турбогенераторов и котлоагрегатов собственных электростанций промышленных предприятий // Электротехнические системы и комплексы. - 2013. - N 21. - С. 247-252.
4. Варганов Д.Е., Варганова А.В., Баранкова И.И. Применение экономико-математических моделей газопоршневых установок с целью повышения эффективности работы энергоузлов с источниками распределенной генерации // Электротехнические системы и комплексы. - 2016. - № 4 (33). - С. 29-34.
5. Варганов Д.Е., Варганова А.В. Расчет себестоимости свежего пара на крупных тепловых промышленных электростанциях // Электротехнические системы и комплексы. - 2016. - N 1 (30). - С. 24-28.
6. Varganova A.V., Panova E.A., Kurilova N.A., Nasibullin A.T. Mathematical modeling of synchronous generators in out-of-balance conditions in the task of electric power supply systems optimization // International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems (MEACS). 2015.

Научный руководитель: А.В. Варганова, к.т.н., доцент ИЭиАС МГТУ им. Г.И. Носова.