

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

© 2021 Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский

*Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)*

*В работе проводится рассмотрение особенностей оптимального выбора по управляемым параметрам в ходе производства электрической энергии. Приведен алгоритм, позволяющий выделять главный критерий, когда осуществляется многокритериальная оптимизация, когда реализуются процессы производства электрической энергии.*

*Ключевые слова: энергетическая система, оптимизация, проектирование.*

Процессы производства электрической энергии (ППЭЭ) рассматриваются как многокритериальные (многофакторные) [1]. Из этого вытекает, что оптимизация по таким ППЭЭ должна быть многокритериальной. Что это означает?

Работа соответствующих многопараметрических систем должна соотноситься с несколькими критериями качества одновременным образом. Они влияют на значения выходных параметров создаваемой электрической энергии [1, 2].

Если мы будем анализировать общий случай, то тогда следует оптимизируемую функцию  $F(X)$  в анализируемой задаче максимизировать:

$$F(X) \rightarrow \max \quad (1)$$

Когда приходится рассматривать многокритериальную оптимизацию, тогда мы будем иметь:

$$\begin{aligned} X &= \{x_1, \dots, x_n\}, X \in D, \\ F &= \{f_1, \dots, f_n\}, D \subseteq S. \end{aligned} \quad (2)$$

В таком выражении  $X$  – рассматривается в виде вектора независимых переменных. Они будут соотноситься с какой-то допустимой областью  $D$ . Также,  $x_i$  – рассматриваются в вид неизвестные. Характерным является то, что их считают управляемыми объектами [3].

В рассматриваемом выражении  $S$  – считается пространством, в котором осуществляется оптимизация. Тогда мы можем поставить ему в соответствие множество вещественных чисел  $R^n$ .

В итоге, в энергетической системе мы должны по определенным управляемым параметрам осуществить процессы некоторого выбора. Так как задача оптимизационная, то в ней задаются  $n$  критериальных функций  $f_k, k = 1..n$ . С другой стороны требуется обеспечить набор ограничений  $X \in D$ .

Критерии могут разным образом взаимодействовать, что определяет в ходе решения оптимизационных задач ППЭЭ дополнительные трудности. В подобных случаях исследователям приходится прибегать к тому, чтобы использовать компромиссный подход. Например, для пространства критериальных функций происходит формирование множества Парето:

$$\begin{aligned} H &= f(D_{par}) = \\ &= \{(f_1(X), \dots, f_n(X)) \in R, X \in D_{par}\}. \end{aligned} \quad (3)$$

В указанном выражении  $D_{par}$  – рассматривается в виде множества, которое будет соответствовать всем паретовским точкам.

Следует отметить, что решение задачи прямым перебором является крайне неэффективным, поскольку требуются значительные временные ресурсы. Тогда необходимо проводить построение соответствующей методики, чтобы временные затраты были сокращены [4, 5].

На практике могут применяться подходы, которые позволяют перейти от (1) к зада-

---

Клименко Юрий Алексеевич – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, [klm71165@mail.ru](mailto:klm71165@mail.ru).  
Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, [app@ivvt.ru](mailto:app@ivvt.ru).

че, в которой рассматривается только один критерий. В методе свертки критериев может использоваться линейный или мульти-

плексный случай. В первом случае критерии суммируются, во втором – берется их произведение.

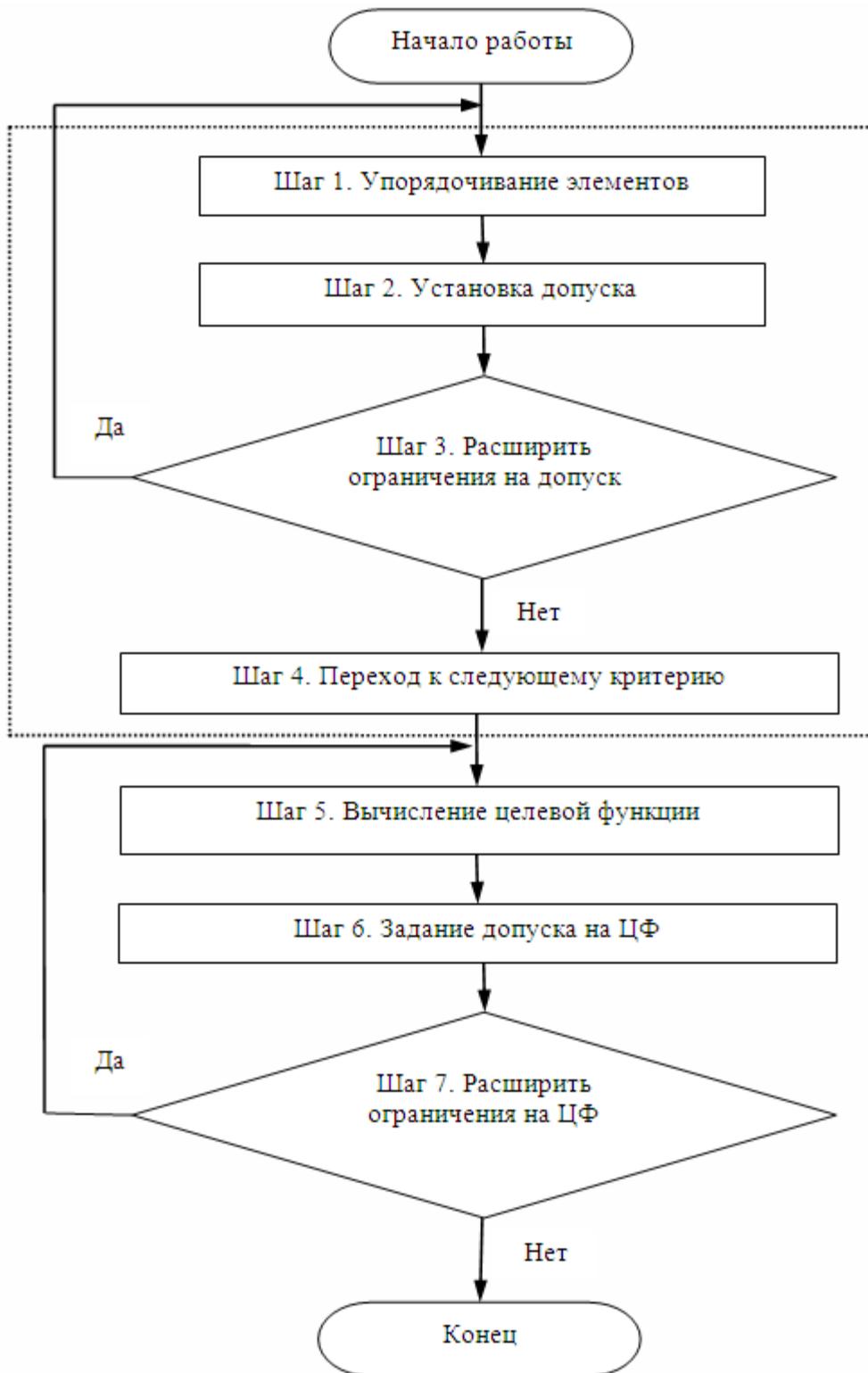


Рисунок. Иллюстрация возможности решения оптимизационной задачи с применением главного критерия

В минимаксных подходах реализуется процедура:

$$\max(P) \rightarrow \min. \quad (4)$$

При этом  $P$  может рассчитываться на основе (5) или (6)

$$\max(|f_j(X) - y_j|) \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$\max(|f_j(X)|) \rightarrow \min. \quad (6)$$

где  $j=1..n$ .

В дискриминационном подходе могут быть использованы дополнительные ограничения  $\Delta_j$ :

$$f_m(X) \rightarrow \min, f_j(X) \leq \Delta_j. \quad (7)$$

На рисунке дана иллюстрация алгоритма, позволяющего выделять основной параметр качества в сложной энергетической системе.

За счет указанных подходов существуют возможности для того, чтобы поиск по Парето-оптимальному решению был существенным образом упрощен.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова А. И. Математическое моделирование теплового процесса оболочек распределенных электротехнических комплексов / А. И. Борисова, В. Л. Бурковский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8. – № 3 (30). – С. 15-16.

2. Братыгина В. С. Экспериментальное моделирование переходных теплогидравлических процессов в энергетической установке / В. С. Братыгина, Д. И. Новиков, А. А. Сатаев, В. И. Мельников // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 2 (33). – С. 28-29.

3. Преображенский Ю. П. Оптимизация работы предприятия / Ю. П. Преображенский // Молодежь и XXI век – 2019. материалы IX Международной молодежной научной конференции. – 2019. – С. 371-374.

4. Жилина А. А. Разработка методики постановки задачи выбора управленческого решения на основе оптимизационного подхода / А. А. Жилина, В. Н. Кострова, Ю. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2018. – Т. 6. – № 1 (20). – С. 243-253.

5. Преображенский Ю. П. О возможностях роста эффективности функционирования современных компаний / Ю. П. Преображенский // Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления. Материалы XIII международной научно-практической конференции. Под редакцией Ю.В. Вертаковой. – 2018. – С. 215-218.

## ANALYSIS OF OPTIMIZATION POSSIBILITIES COMPLEX POWER SYSTEMS

© 2021 Yu. A. Klimenko, A. P. Preobrazhenskiy

*Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)*

*The paper recommends considering the optimal choice in terms of controllable parameters during the production of electrical energy. An algorithm is presented that allows to single out the main criterion when multicriteria optimization is carried out, when the processes of electric energy production are implemented.*

*Keywords: energy system, optimization, design.*