

УДК 681.3

А.П. Преображенский

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА ПРИ АНАЛИЗЕ СИСТЕМЫ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ

Воронежский институт высоких технологий

Данная работа посвящена рассмотрению задач, связанных с проведением оптимального выбора управляемых параметров в системах выработки электрической энергии. Обсуждаются возможности по применению главного критерия для случая многокритериальной оптимизации процесса выработки электроэнергии на основе альтернативных источников. Говорится о необходимости ориентации на множество Парето. Указано, что одним из вариантов решения многокритериальной задачи может быть комбинация целевого программирования и сужения области компромиссов с привлечением данных по тому, какова относительная важность критериев. Применение упрощений, когда происходит формирование Парето-оптимальных решений для конкретных процессов выработки электроэнергии на базе альтернативных источников, можно считать важной задачей, для того, чтобы при ее рассмотрении было достигнуто сокращение временных затрат до разумных пределов.

Ключевые слова: оптимизация, возобновляемая энергия, многокритериальный подход, функция, метод, алгоритм, параметр.

Задачи, связанные с развитием энергетических систем, которые могут быть распределенными, рассматриваются в энергетической стратегии России на период до 2030 года [1]. Уже сейчас можно найти большое количество работ, в которых приводятся алгоритмы и методики использования альтернативных источников энергии [2-8], они могут рассматриваться в качестве компонентов распределенных систем [9]. При этом появляются возможности для организаций по оптимальным способам применения разных ресурсов [10, 11].

Задачи, в которых рассматривается распределенная выработка электрической энергии, при условии большого числа источников есть возможность решать как многокритериальные (или многофакторные) [12]. Основываясь на вышесказанном, важно привлекать многокритериальные подходы, математические модели формируются на основе того, что работа многопараметрической системы [13, 14] связывалась бы с достижением одновременным образом совокупности критериев, при использовании которых как результат мы могли бы получить параметры альтернативных энергетических источников.

При рассмотрении произвольной распределенной энергетической системы, можно поставить условие, при котором идет максимизация анализируемой функции $F(X)$, она дает описание экономического эффекта или требуемых материальных ресурсов:

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

В ходе осуществления многокритериальной оптимизации:

$$Z = \{z_1, z_2 \dots z_n\}, Z \in D, F = \{f_1, f_2 \dots f_n\}, D \subseteq S \quad (2)$$

где Z – дает вектор независимых переменных, он рассматривается в рамках определенной области D (на ее основе идет описание совокупности возможных значений переменных), x_i – представляют собой неизвестные, они рассматриваются в виде управляемых объектов (поступают на вход системы) для проблем, в которых происходит оптимизация этапов получения электроэнергии на базе альтернативных источников, S – показывает, какое будет пространство оптимизации (по некоторым определенным вариантам приходят к множеству вещественных чисел R^n).

Основываясь на вышесказанном, приведенная задача (1) базируется на том, что делается оптимальный выбор по управляемым параметрам для систем получения электроэнергии с привлечением альтернативных источников. В ее рамках, при определенных функций критериев $f_k, k = 1..n$, появляются возможности для того, чтобы ввести определенные технологические ограничения ($Z \in D$), (как пример, можно указать технические свойства оборудования и др.).

Структура множества X и тип векторного критерия оказывают влияние на то, какое из множеств парето-оптимальных будет получено. Оно может быть:

- пустое (в него не будет входить ни один элемент);
- одноэлементное;
- сформировано из определенного числа решений, которое является конечным;
- сформировано на основе бесконечного числа возможных решений;
- совпадающим с множеством возможных решений X .

Исходя из принципа Эджворта-Парето, выбор наилучших решений необходимо производить внутри множества Парето. В тех случаях, когда такое множество является пустым, нет возможности сделать выбор из него.

В этой связи, если говорить о практическом использовании принципа Эджворта-Парето, требуется понимать, для каких классов задач наблюдается существование парето-оптимальных векторов (решений). Если мы придем в ходе решения к подобным задачам, то мы полагаем, что

можно достичь принципиальной возможности выбора внутри множества Парето.

Осуществить формирование множества Парето для задач, имеющих бесконечное множество возможных векторов провести труднее, чем для подобной задачи, когда рассматривается конечное множество. Для каждой задачи требуется рассматривать свой способ решения.

Когда мы имеем лишь два возможных решения, то стратегии исследователей может быть две:

- связанной с компенсацией,
- связанной с исключением.

Стратегия, связанная с компенсацией определяет компенсацию низких показателей для одного критерия (или совокупности критериев) за счет высоких показателей для

другого критерия (или совокупности критериев).

Стратегия, связанная с исключением (являющаяся некомпенсирующей) заключается в том, что происходит удаления из совокупности существующих возможных вариантов таких, по которым наблюдается не удовлетворение одного или некоторого числа критериев.

Дополнительные данные о том, какова относительная важность критериев могут быть применены с тем, чтобы отбросить определенные парето-оптимальные решения и, в результате будет сужено множество Парето и будет упрощен дальнейший выбор.

Одним из вариантов решения многокритериальной задачи может быть комбинация целевого программирования и сужения области компромиссов с привлечением данных по тому, какова относительная важность критериев. То есть, можно рассматривать модифицированный метод целевого программирования.

Относительная важность критериев базируется на большом количестве данных. Затем, исходя из этих данных, требуется, чтобы множество Парето было сужено, происходит удаление возможных векторов, несовместимых с существующей информацией. После того, как удаление реализовано, приходим к некоторому подмножеству по исходному множеству Парето.

В том случае, если полученное множество будет относительно широкое, и нет возможности для того, чтобы получить дополнительную информацию о том, какова относительная важность критериев для того, чтобы достичь его последующее сужение, тогда для того, чтобы завершить процесс, связанный с поиском наилучшего решения можно использовать метод целевого программирования.

Конечно, в случае если исходное множество возможных решений является бесконечным, провести поиск такого подмножества рассматривается как сложная вычислительная задача. Но если множество

возможных решений, конечно, такой подход может быть легко запрограммирован и может быть реализован при помощи компьютеров.

Если говорить о дополнительных проблемах, возникающим при решении задач оптимизации получения электроэнергии на базе альтернативных источников, то критерии могут взаимодействовать разным образом, в том числе есть конфликтующие критерии (противоречащие друг другу) [15].

С тем, чтобы достичь решения указанных проблем для условий многокритериальной оптимизации иногда оказывается удобным привлечение компромиссных подходов, исходя из того, что происходит формирование множества Парето для пространства критериальных функций:

$$H = f(D_{i\ddot{a}d}) = \{(f_1(Z), f_2(Z) \dots f_n(Z)) \in \mathbf{R}, Z \in D_{i\ddot{a}d}\} \quad (3)$$

где $D_{i\ddot{a}d}$ – определяет описание множества для всех паретовских точек. Если мы посмотрим определение множества Парето, то нет таких точек, которые лежат вне рассматриваемого множества, для которых значения по всем критериям $f_i(Z)$ будут не хуже, точек, отнесенных к множеству Парето [16, 17].

Когда требуется проводить решение задач многокритериальной оптимизации получения электроэнергии на базе альтернативных источников, то важно стремиться к поиску Парето-оптимального множества решений, но если пытаться применять прямые способы, то это определит рост временных затрат, которые в определенных случаях будут столь высоки, что задачи просто нет возможности решить.

Существуют варианты, когда вырабатывается электроэнергия, проводится выбор решений, при том, что параметры являются менее эффективными, но при этом получают лучшую устойчивость, если будут возникать отклонения.

Применение упрощений, когда происходит формирование Парето-оптимальных решений для конкретных процессов выработки электроэнергии на базе альтернативных источников, можно считать важной задачей, для того, чтобы при ее рассмотрении было достигнуто сокращение временных затрат до разумных пределов [16].

Мы можем определить способы, на базе которых идет переход от задачи (1) к системе, которая будет определяться на основе одного критерия.

Проводя по ним анализ, мы можем оценить возможности их использования в различных информационных системах:

1. Способ, основанный на свертке критериев.

2. Способы, применяющие максиминную свертку.
3. Дискриминационный подход (называют методом главного критерия).

Те подходы, по которым было проведено рассмотрение, определяют возможности существенным образом осуществить упрощение по поиску Парето-оптимального решений [17].

Основываясь на проведенном анализе указанных способов, можно сделать следующие выводы:

- Использование подходов, базирующихся на свертке, определяет возможности для того, чтобы существенным образом ограничить необходимость априорным способом назначать весовые параметры в каждой из критериальных функций.
- Довольно предпочтительным является применение метода главного критерия, когда рассматривают возможности его внедрения в новых энергосистемах, так как когда он используется нет необходимости для того, чтобы указывались точные значения параметров, которые оказывают влияние на экономический эффект, а требуется только дать информацию по границам, в которых они изменяются.
- Применяя понятие суммарного экономического эффекта по соответствующим альтернативным источникам энергии, который составляется из всех параметров оптимизации для заданных коэффициентов значимости, можно проводить процесс оптимизации процессов выработки электроэнергии на основе альтернативных источников для одного из параметров (идет переход от многокритериальной оптимизации к однокритериальной).

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утверждена Распоряжением Правительства РФ № 1715-р от 13 ноября 2009 г.
2. Мохненко С.Н., Преображенский А.П. Альтернативные источники энергии / С.Н.Мохненко, А.П. Преображенский // В мире научных открытий. 2010. № 6-1. С. 153-156.
3. Кайдакова К.В. Об использовании энергосберегающих технологий / К.В.Кайдакова // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 108-111.
4. Горбенко О.Н. Ветряные двигатели как альтернативные источники энергии / О.Н.Горбенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 16-20.
5. Горбенко О.Н. О проблемах солнечной энергетики / О.Н.Горбенко, А.А.Макарова // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 97-101.

6. Милошенко О.В. О проблемах использования водорода в энергетике / О.В.Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 312-315.
7. Милошенко О.В. О возможностях использования космической энергии / О.В.Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 316-322.
8. Шинкаренко А.В. Комплексная переработка борсодержащих железорудных материалов и влияние борсодержащих добавок на расход не возобновляемых источников энергии / А.В.Шинкаренко, Ю.Б.Саядова // В мире научных открытий. 2016. № 5-2. С. 154-158.
9. Победоносцева Г.М. Международный опыт управления рынками электроэнергии и мощности и их организации / Г.М.Победоносцева, В.В.Победоносцева // В мире научных открытий. 2016. № 5-2. С. 126-134.
10. Иваницкая А.Е. Функциональный подход к преодолению стереотипов управления инновационной деятельностью предприятий / А.Е.Иваницкая // В мире научных открытий. 2015. № 12(72). С. 125-135.
11. Emelyanov A.S. The existential factors in the decision making / A.S.Emelyanov // International journal of advanced studies, т.5 № 3, 2015, с.32-37.
12. Bukhori M. F. Simulation of Statistical Aspects of Charge Trapping and Related Degradation in Bulk MOSFETs in the Presence of Random Discrete Dopants / M. F.Bukhori, S.Roy, A.Asenov // IEEE Trans. Electron Dev. vol. 57, iss. 4, pp. 795-803, (2010).
13. Клыков Ю. И. Банки данных для принятия решений / Ю. И.Клыков, Л. Н.Горьков // М. : Советское радио, 1980 208 с.
14. Граничин О.Н. Введение в методы стохастической оптимизации и оценивания: учебное пособие. / О.Н.Граничин // СПб: изд-во Санкт-Петербургского университета, 2003. 131 с.
15. Лотов А. В. Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. / А. В.Лотов, И.И.Поспелова // М.: МАКС Пресс, 2008. 197 с.
16. Васильев Ф. П. Методы оптимизации. / Ф. П.Васильев // М. : Факториал Пресс, 2002. 196 с.
17. Horn J. A niched Pareto genetic algorithm for multiobjective optimization / J.Horn, N.Nafpliotis, D.E. Goldberg // Proceedings of the First IEEE Conference on Evolutionary Computation, Z. Michalewicz, Ed. Piscataway, NJ: IEEE Press, 1994, pp. 82-87.

A. P. Preobrazhensky

THE USE OF MULTI-CRITERIA APPROACH IN THE ANALYSIS OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Voronezh Institute of High Technologies

This paper is devoted to consideration of the objectives related to the optimal choice of parameters controlled in the systems of electric power generation. We discuss the possibilities for the application of the main criterion for the case of multicriteria optimization of the process of electricity generation based on alternative sources. Refers to the need to focus on the Pareto set. Indicated that one of the solutions to a multicriteria problem can be a combination of goal programming, and narrowing the scope of trade-offs involving data, what is the relative importance of the criteria. The use of simplifications when there is a formation of Pareto-optimal solutions for specific processes of power generation based on alternative sources can be considered as an important task, to ensure that its consideration has been reduced and time costs to a reasonable level.

Keywords: optimization, renewable energy, multicriteria approach, function, method, algorithm, parameter.

REFERENCES

1. Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2030 goda. Utverzhdena Rasporyazheniem Pravitel'stva RF No. 1715-r ot 13 noyabrya 2009 g.
2. Mokhnenko S.N., Preobrazhenskiy A.P. Al'ternativnye istochniki energii / S.N.Mokhnenko, A.P. Preobrazhenskiy // V mire nauchnykh otkrytiy. 2010. No. 6-1. pp. 153-156.
3. Kaydakova K.V. Ob ispol'zovanii energosberegayushchikh tekhnologiy / K.V.Kaydakova // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2013. No. 10. pp. 108-111.
4. Gorbenko O.N. Vetryanye dvigateli kak al'ternativnye istochniki energii / O.N.Gorbenko // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2013. No. 10. pp. 16-20.
5. Gorbenko O.N. O problemakh solnechnoy energetiki / O.N.Gorbenko, A.A.Makarova // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2013. No. 10. pp. 97-101.
6. Miloshenko O.V. O problemakh ispol'zovaniya vodoroda v energetike / O.V.Miloshenko // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2013. No. 10. pp. 312-315.
7. Miloshenko O.V. O vozmozhnostyakh ispol'zovaniya kosmicheskoy energetiki / O.V.Miloshenko // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2013. No. 10. pp. 316-322.
8. Shinkarenko A.V. Kompleksnaya pererabotka borsoderzhashchikh zhelezorudnykh materialov i vliyanie borsoderzhashchikh dobavok na raskhod ne vozobnovlyаемых istochnikov energii / A.V.Shinkarenko, Yu.B.Sayadova // V mire nauchnykh otkrytiy. 2016. No. 5-2. pp. 154-158.

9. Pobedonostseva G.M. Mezhdunarodnyy opyt upravleniya rynkami elektroenergii i moshchnosti i ikh organizatsii / G.M.Pobedonostseva, V.V.Pobedonostseva // V mire nauchnykh otkrytiy. 2016. No. 5-2. pp. 126-134.
10. Ivanitskaya A.E. Funktsional'nyy podkhod k preodoleniyu stereotipov upravleniya innovatsionnoy deyatel'nost'yu predpriyatiy / A.E.Ivanitskaya // V mire nauchnykh otkrytiy. 2015. No. 12(72). pp. 125-135.
11. Emelyanov A.S. The existential factors in the decision making / A.S.Emelyanov // International journal of advanced studies, Vol.5 No. 3, 2015, pp.32-37.
12. Bukhori M. F. Simulation of Statistical Aspects of Charge Trapping and Related Degradation in Bulk MOSFETs in the Presence of Random Discrete Dopants / M. F.Bukhori, S.Roy, A.Asenov // IEEE Trans. Electron Dev. vol. 57, iss. 4, pp. 795-803, (2010).
13. Klykov Yu. I. Banki dannykh dlya prinyatiya resheniy / Yu. I.Klykov, L. N.Gor'kov // M. : Sovetskoe radio, 1980 p.208 .
14. Granichin O.N. Vvedenie v metody stokhasticheskoy optimizatsii i otsenivaniya: uchebnoe posobie. / O.N.Granichin // SPb: izd-vo Sankt-Peterburgskogo universiteta, 2003. p.131.
15. Lotov A. V. Mnogokriterial'nye zadachi prinyatiya resheniy: Uchebnoe posobie. / A. V.Lotov, I.I.Pospelova // M.: MAKS Press, 2008. p.197.
16. Vasil'ev F. P. Metody optimizatsii. / F. P.Vasil'ev // M. : Faktorial Press, 2002. p.196.
17. Horn J. A niched Pareto genetic algorithm for multiobjective optimization / J.Horn, N.Nafpliotis, D.E. Goldberg // Proceedings of the First IEEE Conference on Evolutionary Computation, Z. Michalewicz, Ed. Piscataway, NJ: IEEE Press, 1994, pp. 82-87.