

УДК 517.977

ОБ УПРАВЛЕНИИ РАБОТОЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Я.Е. Львович

Воронежский институт высоких технологий
Россия, 394043, Воронеж, ул. Ленина, 73а

И.Я. Львович

Воронежский институт высоких технологий
Россия, 394043, Воронеж, ул. Ленина, 73а

А.П. Преображенский

Воронежский институт высоких технологий
Россия, 394043, Воронеж, ул. Ленина, 73а
E-mail: app@vivi.ru

Ю.А. Клименко

Воронежский институт высоких технологий
Россия, 394043, Воронеж, ул. Ленина, 73а

О.Н. Чопоров

Воронежский государственный технический университет
Россия, 394043, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84
E-mail: choporov_oleg@mail.ru

Ключевые слова: задачи управления, распределенная энергетическая система, оптимизация, критерий.

Аннотация: В работе проводится анализ методов многокритериальной оптимизации с точки зрения их применения для разработки распределенных энергетических систем. Сформулирована соответствующая задача оптимизации. Обсуждаются подходы, которые позволяют свести сформулированную задачу к системе, которая характеризуется зависимостью от одного критерия. Предложена структура подсистемы оптимизации как части автоматизированной системы управления распределенными энергетическими системами. Эта автоматизированная система состоит из нескольких модулей, что позволяет обеспечить, чтобы был процесс трансляции информации от разработчика до действующей системы.

1. Введение

Рассмотрим особенности задач и методов многокритериальной оптимизации распределенных энергетических систем. Процессы, связанные с управлением распределенными энергетическими системами [1], являются многокритериальными (многофакторными) [2]. Тогда оптимизация таких процессов должны быть многокритериальной,

то есть, они сформированы таким образом, чтобы функционирование многопараметрических систем удовлетворяло одновременно образом нескольким критериям качества.

2. Методы многокритериальной оптимизации распределенных энергетических систем

Для общего случая базовая задача оптимизации связана с приведением соответствующей оптимизируемой функции $F(X)$, к максимальному значению:

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

Когда рассматривается многокритериальная оптимизация:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, X \in D, F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}, D \subseteq S,$$

здесь X – является вектором независимых переменных, которые рассматриваются относительно определенной области D . При этом говорят о множестве допустимых значений переменных.

Неизвестными, которые являются входными объектами (или управляемыми в оптимизационных задачах – являются x_i , Пространством оптимизации является S . Тогда (1) показывает задачу по оптимальному выбору управляемых параметров [3, 4] распределенных энергетических систем.

В них исходя из данных n критериальных функциях $f_k, k = 1..n$ можно указать определенные технологические ограничения ($X \in D$).

Разным образом взаимодействуют критерии между собой, это определяет дополнительную проблему.

С ней мы можем столкнуться в процессах оптимизации: кроме того, что есть независимые или нейтральные, есть конфликтующие критерии, которые взаимным образом противоречат друг другу.

Достаточно часто при решении подобных задач прибегают к использованию некоторых моделей компромиссов (усреднений) в рамках формирования множества Парето для пространства критериальных функций:

$$H = f(D_{nap}) = \{(f_1(X), f_2(X), \dots, f_n(X)) \in R, X \in D_{nap}\}.$$

Здесь D_{nap} – является множеством всех паретовских точек. С точки зрения того, как определяется множество Парето, нет таких точек, которые будут лежать вне такого множества, по которым значения относительно всех критериев $f_i(X)$ не будут хуже, по сравнению с точкой в Паретовском множестве [5, 6].

Задача по поиску Парето-оптимального множества решений рассматривается в виде задачи многокритериальной оптимизации распределенных энергетических систем. При этом использование решения «в лоб» определяет появление существенных временных затрат. В определенных случаях решение найти невозможно.

Во многих случаях при расчете энергетических систем делается выбор решения при менее эффективных параметрах. Но оно обеспечивает наилучшую устойчивость по тем отклонениям, которые возникают в ходе эксплуатации.

Проведение упрощений при построении Парето-оптимальных решений для конкретных видов энергетических систем можно рассматривать как одну из важных задач, с тем, чтобы были сокращены временные затраты по их поиску до разумных пределов.

Есть несколько подходов, позволяющих свести (1) к системе, которая будет иметь зависимость от одного критерия. Дадим анализ основных из них [2].

Метод, основанный на свертке критериев.

Тогда многокритериальную задачу (1) будем сводить к однокритериальной. Критерий равен взвешенной сумме исходных критериев.

Метод характеризуется основными разновидностями:

1) линейный, в нем осуществляется линейное объединение по сумме исходных критериев:

$$f(X) = a_1 f_1 + a_2 f_2 + \dots + a_n f_n = \sum_{i=1}^n a_i f_i,$$

здесь a_i – определяет соответствующие весовые коэффициенты, соотнесенные с каждым из критериев.

2) применение мультиплексного метода, базирующемся на применении произведения критериев. Идет возведение каждого частного критерия в некоторую степень. Это определяется тем, какая сила влияния на $f(X)$.

Тогда, чтобы применять для оптимизации соответствующий метод, требуется, чтобы были приведены весовые коэффициенты по каждому критерию. Кроме этого существует возможность ситуации, когда при «улучшении» одного из параметров обуславливает то, что будет «ухудшаться» другой. Решение, которое будет получено на основе метода свертки решения будет содержать определенные частные критерии при недопустимом значении.

Применение минимаксных методов (основанных на максиминной свертке).

В подобном способе идет минимизация наибольших значений:

$$\max(P) \rightarrow \min,$$

здесь P может рассматриваться как:

абсолютная величина отклонения от того, какие данные выходные параметры y_ℓ :

$$\max(|f_\ell(X) - y_\ell|) \rightarrow \min,$$

максимум по каждому из критериев:

$$\max(f_\ell(X)) \rightarrow \min,$$

здесь $l=1..n$.

Недостаток подобного подхода с точки зрения применения состоит в том, что не всегда возможно сделать взаимную конвертацию размерностей соответствующих единиц друг в друга (например, экономических и физических величин).

Применение дискриминационного метода (рассматриваемого, в виде метода главного критерия).

Цели моделирования определяется тем, какая целевая функция [7]. Например, делается выбор единственного критерия $f_m(x)$, а учет других параметров $f_l(x)$ происходит на основе того, что учитываются дополнительные ограничения Δ_l :

$$f_m(X) \rightarrow \min,$$

$$f_\ell(X) \leq \Delta_\ell,$$

где $l=1..n, l \neq m$.

Основной проблемой при использовании метода является то, что надо делать правильный выбор по главному критерию и задавать «допуски» по оставшимся критериям [8, 9].

Когда есть несколько главных критериев, при их взаимном противоречии такой метод трудно применять. Также, вследствие неверного задания «допусков», например, относительно параметров $f_l(x)$, $l=1..n, l \neq m$ можно прийти к тому, что есть пустое множество D .

Тогда нет возможностей создания электрических систем при указанных требованиях.

С другой стороны, если ограничения излишне слабые, тогда можно прийти к решению, которое не будет удовлетворять определенным критериям $f_i(x)$. Тогда следует использовать соответствующий алгоритм, внутри которого по очереди идет назначение каждого из параметров $f_i(x)$ как главного, потом идет сравнение полученных результатов.

3. Подсистема оптимизации как часть автоматизированной системы управления распределенными энергетическими системами

Основная задача, связанная с тем, что повышается эффективность работы распределенных энергетических систем, определяется тем, что происходит создание и подстройка под некоторые параметры. Важно ориентироваться на те данные, которые находятся в базе данных.

В качестве особенности предлагаемой подсистемы (рис. 1), связанной с оптимизацией распределенных энергетических систем можно указать модуль, позволяющий осуществлять адаптивное управление.

В нем применяются алгоритмы, позволяющие адаптивное управление при подстройке модели. Подобный подход позволяет сделать уточнение математической модели, которая получается из модуля прикладных моделей. Происходит передача ее к модулю автоматизированного задания. Осуществляются процедуры по тому, чтобы сделать максимизацию целевой функции ряда дискретных аргументов.

4. Выводы

Проведен анализ особенностей распределенных энергетических систем. Показано, что их работа представляет собой сложный многофакторный процесс. Для эффективного контроля и управления качеством распределенных энергетических систем необходимо комплексное внедрение подсистемы регулирования (оптимизации). Исходя из проведенного анализа предложено использовать подсистему оптимизации позволяющей учитывать неидеальность энергетических систем.

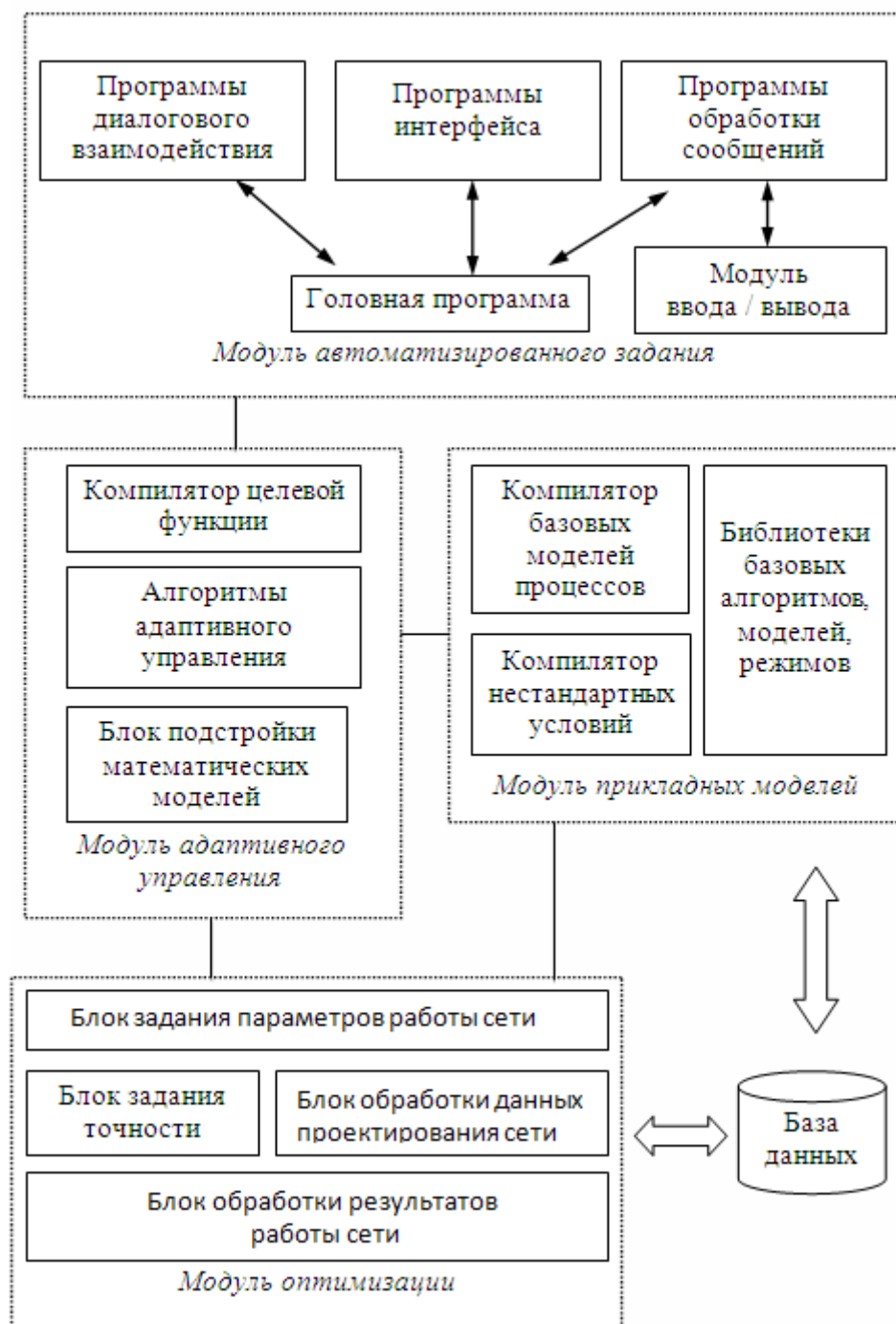


Рис. 1. Функциональная схема подсистемы оптимизации.

Список литературы

1. Электрические системы. Т. 2. Электрические сети / Под редакцией В.А. Веникова. М.: Высшая школа, 1985. 344 с.
2. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения. Воронеж: Кварта, 2006. 415 с.
3. Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 108-110.
4. Самойлова У.А. О некоторых характеристиках управления предприятием // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 176-179.

5. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 176 с.
6. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука, 2007. 256 с.
7. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
8. Горбунов В.М. Теория принятия решений / Учебное пособие. Томск: Национальный исследовательский томский политехнический университет, 2010. 67 с.
9. Шикин Е.В., Шикина Г.Е. Исследование операций. М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2006. 280 с.