

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

УДК 621.396

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

© 2022 Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье обсуждаются некоторые особенности параметрической оптимизации при управлении сложными электродинамическими объектами. Задача параметрической оптимизации может быть представлена в виде многокритериальной задачи, в которой есть ограничения. Электродинамические объекты должны рассматриваться с системных позиций. Обсуждается влияние на электродинамические объекты внешних параметров.

Ключевые слова: управление, электродинамический объект, система, оптимизация.

Реализация оптимизации электродинамических объектов может рассматриваться как довольно сложная задача, так как должны быть использованы разные операции в ходе моделирования, проектирования, расчетов.

В ряде случаев может быть использован блочный метод конструирования. Но подобный подход не дает возможностей для того, чтобы автоматизировать [1, 2] производственные процессы в ходе сборки и монтажа аппаратуры.

В этой связи на настоящий момент используются подходы, основанные на функционально-узловом методе. На его базе происходит формирование сложных функциональных схем с использованием простых функциональных узлов.

Когда реализуется параметрическая оптимизация, рассматриваются возможности однократного получения экстремальной цели с учетом того, что характеристики электродинамического объекта являются стационарными [3].

Анализируемый электродинамический объект параметрической оптимизации проиллюстрирован на рисунке.

В качестве входных параметров $x = (x_1, \dots, x_n)$ рассматриваются параметры, которые играют роль управляющих воздействий. Они могут быть связаны со структурным построением электродинамического объекта или уровнями поступающих сигналов [4].

С внешними параметрами $\zeta = (\zeta_1, \dots, \zeta_n)$ связана неопределенность обстановки. Например, могут воздействовать соответствующие помехи. Следует отметить, что для компонентов вектора ζ может быть характерно как случайное, так и неслучайное представление [5]. Каким образом могут воздействовать внешние параметры?

Явления, связанные с ними, приведены на могут быть следующими:

1. Влияние случайных отклонений, когда устанавливаются заданные значения x_i на реальном электродинамическом объекте.

2. Случайные воздействия внешней среды на электродинамический объект, которые изменяют реальные выходные характеристики относительно расчетных.

3. Влияние условий функционирования объекта, которые изменяются большей частью не случайным, а заранее неизвестным образом.

Клименко Юрий Алексеевич – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, e-mail: klm71165@mail.ru.

Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, e-mail: app@vvt.ru.

Вектор, который соотносится с выходными параметрами $y = (y_1, \dots, y_m)$ предоставляет возможности для того, чтобы количественным способом дать оценку ключевых характеристик электродинамического оптимизируемого объекта. Мы исходим из того, что существует электродинамическая связь

$$y = \varphi(x, \zeta). \quad (1)$$

В большинстве случаев происходит задание оператора φ алгоритмическим образом.

Задачу параметрической оптимизации мы можем представить в виде многокритериальной задачи, в которой есть ограничения:

$$y_i(x, \zeta) \rightarrow \min_x \quad i \in [1, k], x \in D \in \mathbb{R}^n, \quad (2)$$

$$D = \{x \in \mathbb{R}^n \mid g_i(x, \zeta) \leq 0, \\ i \in [1, m], g_i(x, \zeta) = 0, \\ j \in [m+1, S]\}$$

Происходит формирование множества критериальных выходных параметров $y = (y_1, \dots, y_k)$. Рассматриваются они как частные критерии оптимальности. На их базе осуществляется характеристика качества электродинамического объекта оптимизации [6].

Если есть несколько частных критериев, они будут показывать неопределенность цели [7].

Когда рассматривается задача (2), тогда требуется, чтобы был выбран вектор x на основе допустимого множества D . При этом необходимо принятие как можно меньшего значения каждым из критериальных выходных параметров.

В общем виде построить решение задачи (2) достаточно сложно в виде конкретного вектора $x^* \in D$.

Это связано с тем, что за счет критериальных выходных параметров происходит отражение противоречивых требований относительно анализируемого электродинамического объекта.

Будет достижение минимумов по соответствующим функционалам в различных точках. Это верно, поскольку если по двум функциям есть минимум в некоторой точке, нет необходимости в рассмотрении какой-то из них.

Происходит наложение прямых или аргументных ограничений непосредственным образом относительно компонентов векторов входных параметров:

$$a_i \leq x_i \leq b_i, \quad a_i, b_i \in \mathbb{R}^1. \quad (3)$$

Если рассматривать более общий случай, то для границ интервалов можно ввести зависимость от других входных параметров:

$$a_i(x_j) \leq x_i \leq b_i(x_j), \quad i \neq j. \quad (4)$$

На практике можно встретить достаточно часто ограничения (3) и (4). Они, большей частью, связаны с тем, какая физическая реализуемость по требуемым входным параметрам.

С точки зрения функциональных ограничений, существуют некоторые условия работоспособности. Ограничения представляются в виде

$$y_i \leq t_i, \quad t_i \in \mathbb{R}^1, \quad i \in [1, L]. \quad (5)$$

Существуют критериальные ограничения

$$y_\ell \leq t_\ell, \quad t_\ell \in \mathbb{R}^1, \quad \ell \in [1, k]. \quad (6)$$

Они показывают требования относительно характеристик электродинамического объекта.

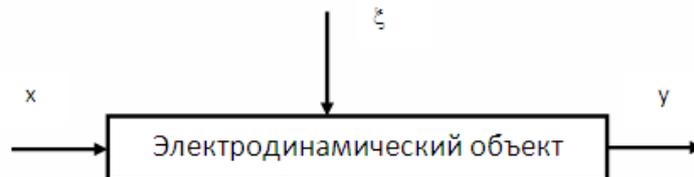


Рисунок. Иллюстрация электродинамического объекта параметрической оптимизации

Вывод. На основе системного подхода возникают возможности для параметрической оптимизации электродинамических

объектов. С целью понижения размерности задач может применяться редуccionный подход.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Преображенский Ю. П. Некоторые проблемы автоматизации процессов / Ю. П. Преображенский // Техника и технологии: пути инновационного развития. сборник научных трудов 8-й Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. – 2019. – С. 62-64.
2. Преображенский Ю. П. Проблемы компьютерного моделирования физических процессов / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. сборник научных трудов 9-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – 2019. – С. 276-279.
3. Преображенский Ю. П. Возможности построения компьютерных моделей физических процессов / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. сборник научных трудов 9-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – 2019. – С. 279-282.
4. Стыскин М. М. Средства оптической и радиочастотной идентификации в технологическом процессе автоматизированного контроля оборота мобильного бортового оборудования / М. М. Стыскин, П. В. Степанов, С. Ю. Желтов, Б. В. Соколов, А. Л. Ронжин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 1 (36).
5. Щукин А. А. Проведение численных экспериментов для оценки характеристик обнаружения на математической модели радиолокационной станции / А. А. Щукин, А. Е. Павлов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 1 (36).
6. Бокова О. И. Формирование требований к защищенной информационно-телекоммуникационной инфраструктуре сети связи специального назначения / О. И. Бокова, С. В. Канавин, Н. С. Хохлов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 1 (36).
7. Мельникова Т. В. Моделирование обработки больших массивов данных в распределенных информационно-телекоммуникационных системах / Т. В. Мельникова, М. В. Питолин, Ю. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2022. – Т. 10. – № 1 (36).

THE POSSIBILITIES OF PARAMETRIC OPTIMIZATION IN THE CONTROL OF ELECTRODYNAMIC OBJECTS

© 2022 Yu. A. Klimenko, A. P. Preobrazhenskiy

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The paper discusses some features of parametric optimization in the control of complex electrodynamic objects. The problem of parametric optimization can be represented as a multiobjective problem, which has limitations. Electrodynamic objects should be considered from systemic positions. The effect of external parameters on electrodynamic objects is discussed.

Keywords: control, electrodynamic object, system, optimization.