

MULTICRITERIA OPTIMIZATION APPLICATION WITHIN DECISIONS MAKING IN INFOCOMMUNICATION NETWORKS

Bezruk V.M., Bukhan'ko A.N.
Kharkov National University of Radioelectronics
14, Lenina Ave., Kharkov, 61166, Ukraine
Ph.: (057) 7021429, e-mail: bezruk@kture.kharkov.ua

Abstract — Features of multicriteria optimization methods application for the solving of problems of a design decisions optimum choice in infocommunication networks are considered. The basic stages of multicriteria Pareto optimization are resulted.

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Безрук В. М., Буханько А. Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина
тел.: (057) 7021429, e-mail: bezruk@kture.kharkov.ua

Аннотация — Рассматриваются особенности применения методов многокритериальной оптимизации для решения задач оптимального выбора проектных решений в инфокоммуникационных сетях. Приводятся основные этапы многокритериальной оптимизации по Парето.

I. Введение

Современные инфокоммуникационные сети, независимо от их организации и типа передаваемой информации, становятся все более сложными и определяются множеством технико-экономических требований, которые характеризуются некоторой совокупностью показателей качества при их создании и эксплуатации. Как правило, существует некоторое множество допустимых проектных решений и необходимо выбирать наилучшие (оптимальные по заранее заданному критерию) в процессе принятия решений в инфокоммуникациях. Для такого типа информационной системы как инфокоммуникационная сеть актуальным вопросом является организация и проведение долгосрочного (с проектированием структуры и определением связей), а также краткосрочного управления в рамках сетевого функционирования. Проблема оптимального планирования и управления включает в себя: определение множества всех решений, формирование подмножества допустимых вариантов решений, определение критерия оптимальности, выбор структуры системы, а также используемых инфокоммуникационных технологий. Данная задача является частью теории принятия решений, заключающаяся в использовании некоторой функции выбора оптимальной системы из множества всех решений. Для такой задачи могут быть использованы следующие оптимизационные методы: скалярная и векторная оптимизация, линейная и нелинейная оптимизация, параметрическая и структурная оптимизации [1, 2]. В работе предлагается метод многокритериальной оптимизации для решения задач оптимального выбора с учетом многих показателей качества в рамках процесса принятия решений [3, 4].

II. Основная часть

Удобно считать, что выбор решений производит некоторое лицо, принимающее решение (ЛПР), которое преследует вполне определенные цели. В зави-

симости от конкретной ситуации в роли ЛПР может выступать как отдельный человек (инженер, научный сотрудник, заказчик), так и целый коллектив (группа специалистов, занятая решением одной задачи). Каждое возможное решение характеризуется определенной степенью достижения цели. В соответствии с этим у ЛПР имеется свое представление о достоинствах и недостатках решений, на основании которого одно решение предпочитается другому.

Полагается, что каждый вариант инфокоммуникационной системы $\phi = (s, \beta) \in \Phi_\phi$ определяется структурой s (совокупностью элементов и связей) и вектором параметров β . В частности, задаваемые ограничения на условия работы, структуру $s \in S_\phi$ и параметры $\beta \in B_\phi$, а также на значения показателей качества, определяют множество допустимых проектных решений $\Phi_\phi = S_\phi \times B_\phi$. Здесь существуют противоречивые требования. С одной стороны, желательно с максимальной полнотой представить все возможные варианты системы, чтобы не пропустить потенциально лучших вариантов. С другой стороны, существуют ограничения, определяемые допустимыми затратами (времени и средств) на процесс проектирования системы.

Эффективность системы оценивается совокупностью показателей качества и соответствующей векторной целевой функцией

$$\vec{k}(\phi) = (k_1(\phi), \dots, k_i(\phi), \dots, k_m(\phi)).$$

Показатели инфокоммуникационной сети, как правило, связаны между собой и являются антагонистическими. Это означает, что улучшение одних показателей качества при изменении структуры и параметров системы достигается за счет ухудшения других показателей качества.

Важнейшее значение при исследовании задач принятия решения в таком случае имеет принцип Парето и связанного с ним понятия эффективного решения.

Парето-оптимальные проектные решения могут быть найдены как непосредственно на множестве Φ_δ с применением введенных бинарных отношений предпочтения, так и в пространстве введенных показателей качества – критериальном пространстве оценок. При этом каждый вариант системы ϕ отображается из множества допустимых вариантов Φ_δ в критериальное пространство $Y \subset R^m$

$$Y = \bar{K}(\Phi_\delta) = \{ \bar{y} \in Y \mid \bar{y} = (\bar{k}(\phi), \phi \in \Phi_\delta) \}.$$

Отношению предпочтения \succ на множестве Φ_δ соответствует отношение \geq в критериальном пространстве оценок Y . Для любых двух проектных решений $\phi', \phi'' \in \Phi_\delta$, для которых верно векторное неравенство $\bar{k}(\phi') \geq \bar{k}(\phi'')$, всегда имеет место отношение $\phi' \succ \phi''$.

Оптимуму по критерию Парето в критериальном пространстве соответствует подмножество Парето-оптимальных оценок, которые соответствуют недоминируемым вариантам системы

$$P(Y) = \{ \bar{k}(\phi^o) \in Y : \exists \bar{k}(\phi) \in Y : \bar{k}(\phi) \geq \bar{k}(\phi^o) \}.$$

При нахождении подмножества оптимальных оценок, исключаются безусловно худшие оценки, а следовательно, и соответствующие им безусловно худшие варианты системы.

Нахождение Парето-оптимальных оценок и соответствующих им решений может производиться методом дискретного выбора при конечной мощности множества допустимых вариантов системы Φ_δ .

Кроме этого, для нахождения оптимальных решений могут быть использованы специальные методы, например, весовой метод, метод рабочих характеристик, метод последовательных уступок и другие методы.

Следует отметить, что в зависимости от постановки задачи проектирования оптимальной инфокоммуникационной сети существуют различные типы многокритериальных оптимизационных задач: дискретный выбор, параметрическая оптимизация, структурно-параметрическая оптимизация. В теории многокритериальной оптимизации хорошо разработаны методы решения первых двух типов задач. Решение третьего типа задач представляет наибольшую сложность. При этом для синтеза Парето-оптимальной структуры и нахождения оптимальных параметров системы следует производить оптимизацию совокупности функционалов

$$k_1(s, \beta), k_2(s, \beta), \dots, k_m(s, \beta).$$

Если найденное подмножество оптимальных вариантов системы оказалось узким, то в качестве оптимального варианта можно использовать любой из них. В таком случае можно считать, что отношение строгого предпочтения в пространстве допустимых вариантов системы \succ совпадает с отношением предпочтения в критериальном пространстве оценок \geq и поэтому $opt_\succ Y = P(Y)$.

В ряде случаев, для последующих этапов проектирования, должен быть выбран единственный вариант инфокоммуникационной сети. Поэтому воз-

никает необходимость сужения подмножества Парето-оптимальных проектных решений до единственного варианта системы с привлечением дополнительной информации об отношениях предпочтения заказчика. Такая информация появляется в результате всестороннего анализа оптимальных вариантов системы, в частности, их структуры, параметров, соотношений показателей качества, относительной важности введенных показателей качества и др.

Были рассмотрены особенности применения методологии многокритериальной оптимизации при выборе оптимального проектного варианта инфокоммуникационной сети при учете совокупности показателей качества. Получены Парето-оптимальные варианты сети, среди которых выбрано единственное проектное решение (рис. 1).

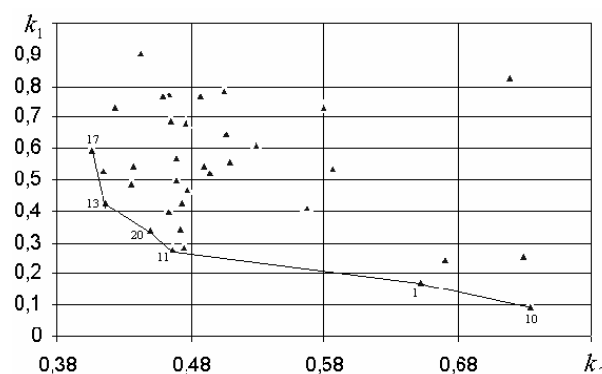


Рис. 1. Выбор Парето-оптимальных вариантов сети передачи данных в критериальном пространстве.

Fig. 1. The choice of Pareto optimal variants of a data transfer network in a criterial space

III. Заключение

В данной работе приведена методология многокритериальной оптимизации инфокоммуникационных сетей, как вида информационной системы, которая включает три этапа: формирование структурированного множества допустимых вариантов сетей с использованием морфологического подхода; отображение полученного множества в пространстве векторных оценок и нахождение подмножества оптимальных решений по безусловному критерию предпочтения Парето; выбор при необходимости единственного варианта инфокоммуникационной сети с использованием введенного условного критерия предпочтения, в частности, путем нахождения экстремума выбранной скалярной целевой функции.

IV. References

- [1] Berezovskiy B.A., Baryshnikov Yu.M., Borzenko V.I., Kepner L.M. *Mnogokriterialnaya optimizatsiya. Matematicheskiye aspekty* [Multicriteria optimization. Mathematic aspects]. Moscow, Nauka, 1986. 128 p.
- [2] Steuer R.E. *Multiple criteria optimization: theory, computation and application*. New York, Wiley, 1986. 546 p.
- [3] Lee H., Shi Y., Nazem S.M., Kang S.Y., Park T.H., Sohn M.H. Multicriteria hub decision making for rural area telecommunication networks. *European Journal of Operational Research*, 2001, No 133, pp. 483-495.
- [4] Bezruk V., Bukhanko A., Chebotaryova D. Multicriteria optimization in telecommunication networks planning, designing and controlling. *Telecommunications Networks – Current Status and Future Trends*, 2012, pp. 251-274.