

MULTICRITERIA OPTIMIZATION OF DESIGN VARIANTS WHEN PLANNING OF MOBILE TELECOMMUNICATIONS NETWORKS

Bezruk V.M., Chebotaryova D.V.
Kharkov National University of Radioelectronics
14, Lenina Ave., Kharkov, 61166, Ukraine

Ph.: (057) 7021429, e-mail: bezruk@kture.kharkov.ua, dasha-che@ukr.net

Abstract — Selection methods for optimum project options of mobile communication networks taking into account a set of merit figures are presented. The description of the created program complex for design automatization at a stage of planning of mobile communication networks is given.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ ВАРИАНТОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Безрук В. М., Чеботарёва Д. В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина
Тел.: (057) 7021429, e-mail: bezruk@kture.kharkov.ua, dasha-che@ukr.net

Аннотация — Приводятся методы выбора оптимальных проектных вариантов сетей мобильной связи с учетом совокупности показателей качества. Дается описание созданного программного комплекса для автоматизации проектирования на этапе планирования сетей мобильной связи.

I. Введение

Сети мобильной связи (СМС) являются важными компонентами создаваемой инфокоммуникационной инфраструктуры. Большая динамика развития СМС и серьезная конкуренция в этой области связи заставляет операторов связи использовать новые технологии автоматизированного проектирования таких сетей, что позволяют повысить качество проектных вариантов сети, сократить сроки проектирования и число перепланировок сети после ввода её в эксплуатацию. Эта технология существенно использует строгие математические методы программные средства.

Анализ современного состояния в области планирования СМС [1—3] показывает, что задачи проектирования не ставятся и не решаются как оптимизационные задачи со строгим учетом на формализованном уровне совокупности противоречивых технико-экономических требований к СМС. При этом полученные проектные варианты СМС не являются оптимальными по совокупности противоречивых показателей качества, а это определяет необходимость перепланирования по результатам мониторинга сетей на последующих этапах их эксплуатации.

Следовательно, актуальным является использование методов многокритериальной оптимизации для выбора оптимальных проектных вариантов с учетом показателей качества при планировании СМС [4—6].

В работе рассмотрены теоретические и практические аспекты выбора оптимальных проектных решений при планировании СМС, основанные на теории многокритериальной оптимизации [6, 7]. Приведены примеры решения задач выбора проектных вариантов, оптимальных по совокупности показателей качества на этапе номинального планировании радиосети, а также транспортной сети мобильной связи второго и третьего поколений. Описан программный комплекс, реализующий методологию многокритериальной оптимизации при выборе оптимальных проектных вариантов СМС.

II. Основная часть

Для повышения эффективности планирования СМС, в частности, выбора оптимальных проектных вариантов сети с учетом совокупности показателей качества, предлагается использовать методологию многокритериальной оптимизации [3].

При этом процесс нахождения оптимальных проектных вариантов СМС с учетом совокупности показателей качества включает такие этапы:

- задание исходного множества вариантов построения СМС, которые отличаются стандартами, выделенной полосой частот, количеством и активностью абонентов, обслуживаемой территорией, секторизацией и высотой подвеса антенн, мощностью передатчиков базовых станций и др.;

- выбор совокупности показателей качества, учитывающих противоречивые технико-экономические требования к СМС, и задание критерия оптимальности сетей;

- формирование допустимого множества вариантов выполняется с учетом ограничений на структуру и параметры сетей, ограничений на значение выбранных показателей качества и др.;

- выделение подмножества Парето-оптимальных вариантов СМС и исключение безусловно худших вариантов по безусловному критерию предпочтения;

- анализ Парето-оптимальных вариантов СМС и оценивание многомерных потенциальных характеристик (МПХ) и многомерных диаграмм обмена (МДО) введенных показателей качества СМС;

- сужение подмножества Парето до единственного проектного варианта СМС, который используется для последующих этапов проектирования.

Показатели качества СМС могут быть трех типов; нейтральными, согласованными между собой и конкурировать между собой. В первых двух случаях оптимизация сетей может осуществляться в отдельности по каждому из показателей качества. В третьем случае достигнуть потенциального значения каждого из показателей в отдельности не представляется

возможным. При этом может быть достигнут лишь согласованный оптимум показателей качества - оптимум по критерию Парето. Такой оптимум означает, что дальнейшее улучшение каждого из показателей может быть достигнуто лишь за счет ухудшения остальных показателей качества сетей. При этом важным является получение многомерных диаграмм обмена показателей качества сетей.

При формировании исходного множества вариантов СМС рационально использовать морфологический подход, который основан на задании разных вариантов сетей, определяемых допустимыми комбинациями структуры и параметров сетей.

Рассмотрены особенности применения ординалистического и кардиналистического подходов при задании критерия оптимальности СМС. Ординалистический подход апеллирует к порядку (лучше-хуже) и основан на введении некоторых бинарных отношений на множестве допустимых вариантов сетей. При этом решение называется оптимальным по выбранному бинарному отношению, если не существует других вариантов, для которых было справедливо это бинарное отношение. Кардиналистический подход к описанию предпочтения вариантов приписывает каждому варианту значение некоторой целевой функции. При этом целевая функция определяет соответствующий порядок на множестве допустимых вариантов и выбор оптимального варианта сети.

Проанализированы разные методы выбора Парето-оптимальных вариантов сети с учетом совокупности показателей качества, в частности, весовой метод, метод рабочих характеристик, метод главного критерия, метод последовательных уступок. При использовании каждого из этих методов многокритериальная задача оптимизации проектных вариантов сводится к решению некоторой совокупности скалярных оптимизационных задач.

Рассмотрены также разные методы сужения подмножества Парето-оптимальных вариантов сетей до единственного проектного варианта, которые основаны на теории полезности, теории нечетких множеств, лексографических отношениях, методе анализа иерархий. При этом используется дополнительная информация для построения некоторой скалярной целевой функции, использование которой приводит к выбору единственного варианта сети.

Рассмотрены практические особенности применения методологии многокритериальной оптимизации сетей для решения разных задач выбора оптимальных проектных вариантов СМС. В частности, рассмотрены результаты решения задач номинального планирования подсистем мобильной связи второго и третьего поколения — радиосетей и транспортных сетей. В каждой из задач выбраны соответствующие показатели качества сетей, сформировано множество допустимых вариантов сетей, найдены Парето-оптимальные проектные варианты путем исключения безусловно худших проектных вариантов сети. На заключительном этапе оптимизации введена некоторая скалярная целевая функция и выбран единственный проектный вариант сети из подмножества Парето.

Для автоматизированного выбора оптимальных проектных вариантов СМС с учетом совокупности показателей качества разработан специальный программный комплекс, который реализует указанные процедуры оптимизации. Приводится описание программного комплекса, а также результаты, иллюстрирующие его работу.

III. Заключение

1. Предложены методы выбора оптимальных проектных вариантов радиосети и транспортной сети мобильной связи с учетом совокупности показателей качества на этапе номинального планирования СМС. Отличительной особенностью является учет на строго формализованном уровне совокупности технико-экономических требований к СМС. Это дает возможность найти Парето-оптимальные проектные варианты, которые являются оптимальными по совокупности показателей качества. Это дает возможность оценить многомерные потенциальные характеристики сетей и многомерные диаграммы обмена противоречивых показателей качества, что очень важно при проектировании СМС.

2. Решены задачи выбора оптимальных проектных решений с использованием методов многокритериальной оптимизации при планировании СМС. В результате выработаны практические рекомендации по использованию методов многокритериальной оптимизации для выбора оптимальных проектных вариантов при планировании СМС с учетом совокупности показателей качества. Использование предложенных методов выбора оптимальных проектных решений с учетом совокупности показателей качества на этапах номинального планирования радиосети и транспортной сети даст возможность уменьшить количество перепланирований при эксплуатации ССМС.

3. Создан программный комплекс, который реализует предложенные методы выбора оптимальных проектных решений с учетом совокупности показателей качества. Программный комплекс является основой технологии автоматизированного проектирования СМС, отличительной особенностью которого является применение математических методов и программных средств ЭВМ при планировании ССМС. Использование автоматизированного проектирования позволит сократить сроки и стоимость проектирования СМС. Программный комплекс может войти в состав существующих программно-аппаратных комплексов планирования СМС.

IV. References

- [1] Nawrocki M.J. *Understanding UMTS Radio Network Modeling, Planning and Automated Optimisation. Theory and Practice*. UK, John Wiley & Sons Ltd, 2006. 547 p.
- [2] Mishra A.R. *Advanced Cellular Network Planning and Optimisation. 2G/2.5G/3G Evolution TO 4G*. UK, John Wiley & Sons Ltd, 2007. 542 p.
- [3] Laiho J., Wacker A. *Radio Network Planning and Optimisation for UMTS. Second Edition*. UK, John Wiley & Sons Ltd, 2006. 664 p.
- [4] Steuer R.E. *Multiple criteria optimization: theory, computation and application*. New York, Wiley, 1986. 546 p.
- [5] Grosan C., Abraham A., Hassainen A. Designing resilient networks using multicriteria metaheuristics. *Telecommunication System*, 2009, No 40, pp. 75-88.
- [6] Bezruk V.M., Bukhanko A.N., Chebotaryova D.V., Varich V.V. *Multicriterion optimization in telecommunication networks planning, designing and controlling. Open Book "Telecommunications Networks"*. Rijeka, INTECH, 2012.
- [7] Bezruk V.M., Chebotaryova D.V., Anishchenko A.V. Automatic control of Radio Communication Networks Design. *Telecommunications and Radio Engineering*, 2009, vol. 68, No 5. pp. 429-444.