

3. Фактографическая информация, словарь Macmillan, 2012 г. URL: <http://www.macmillandictionary.com/> (12.03.2012).
4. Поисковая система WolframAlpha, 2012. URL: <http://www.wolframalpha.com/> (14.03.2012).
5. Gallagher S. Using The Knowledge Management Maturity Model (KM3) As An Evaluation Tool, 2010 г. URL: [PANhttp://bprc.warwick.ac.uk/km028.pdf](http://panhttp://bprc.warwick.ac.uk/km028.pdf) (29.03.2010).
6. Пиявский С.А. Математическое моделирование управляемого развития научных способностей // Известия РАН. Серия «Теория и системы управления». №3, 2000. – С. 100-106.
7. Пиявский С.А., Савельева Г.П. Система управления формированием универсальных компетенций студентов высших учебных заведений. Самара-Москва: СГАСУ, Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009. – 105 с.
8. Пиявский С.А., Исследовательская деятельность студентов в инновационном вузе. Самара: Изд-во СГАСУ, 2011. – 198 с.
9. Гаврилова Т.А. Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных информационных систем // Новости искусственного интеллекта. №2, 2003. – С. 24-30.
10. Бабанин Л.Н., Войскунский А.Е., Козловский С.А. Организация дистанционного обучения на основе ресурсов Интернета. М.: Государственный университет русского языка им. А.С. Пушкина, 2005. – 240 с.

MATHEMATICAL MODELS OF FACTUAL INFORMATION OPTIMAL SYSTEMATIZATION

Voroshilov V.V., Piyavsky S.A.

Consider a new approach to organize and use factual information in the information space. This approach is proposed as an alternative to existing development in the knowledge representation and systematization, in particular information search systems. The article describes the special technology of information storage, processing, systematization and representation. The article describes the mathematical models of factual information optimal systematization.

Keywords: factual information, data systematization, optimization, nonlinear optimization, information search.

Ворошилов Виталий Витальевич, аспирант Кафедры прикладной математики и вычислительной техники (ПМ и ВТ) Самарского государственного архитектурно-строительного университета (СГАСУ). Тел. 8-904-749-71-37. E-mail: vitekio@yandex.ru

Пиявский Семен Авраамович, д.т.н., профессор, заведующий Кафедрой ПМ и ВТ СГАСУ. Тел. 8-927-203-65-35. E-mail: spiyav@mail.ru

ТЕХНОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОВЕЩАНИЯ И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

УДК 621.396.67.01

РАЗРАБОТКА ОБЩЕГО АЛГОРИТМА СИНТЕЗА АНТЕНН С КОНТУРНЫМИ ДИАГРАММАМИ НАПРАВЛЕННОСТИ

Сивков А.С., Сподобаев Ю.М.

Данная статья посвящена проблеме синтеза антенных систем с контурными диаграммами направленности заданной формы и составлению обобщающего алгоритма для решения данной области задач.

Ключевые слова: антенные системы, контурная диаграмма направленности, алгоритмы оптимизации, синтез

Введение. Постановка задачи

Бурное поступательное развитие спутниковых систем связи и вещания ставит перед разработ-

чиками все новые и новые задачи. Появление и реализация в некоторых странах, в том числе и в России, непосредственного спутникового вещания накладывает определенные требования на формирование зон покрытия. Стремление обеспечить как можно более полное покрытие территории поверхности Земли для обеспечения надежной и бесперебойной связи или вещания может привести либо к увеличению орбитальной группировки космических аппаратов, либо к по-

явлению дополнительных условий, налагаемых на антенные системы, установленные на спутниках.

Антенная система должна обеспечивать необходимое качество работы системы в конкретном регионе, обслуживаемом спутником, и минимизировать излучение за его пределами. Для этого целесообразно использовать специальные антенны с диаграммой направленности заданной формы. Такую диаграмму называют контурной диаграммой направленности. Контурная диаграмма направленности отличается от обычной диаграммы тем, что ее сечение, как правило, имеет форму, отличную от круга или эллипса. Обычно форма сечения бывает близкой к границам некоторой географической области, для обслуживания которой и разрабатывается соответствующий антенный комплекс. На рис. 1 в картографическом виде представлена контурная диаграмма направленности сложной формы. Данный вид представления диаграмм направленности наиболее удачно подходит для визуального описания решения задачи о синтезе антенн с диаграммами направленности специальной формы.

Высокие темпы развития аэрокосмической промышленности и расширение использования спутниковых систем вещания и связи определяют задачи синтеза антенн с диаграммами направленности, имеющими специальную форму как весьма актуальные.

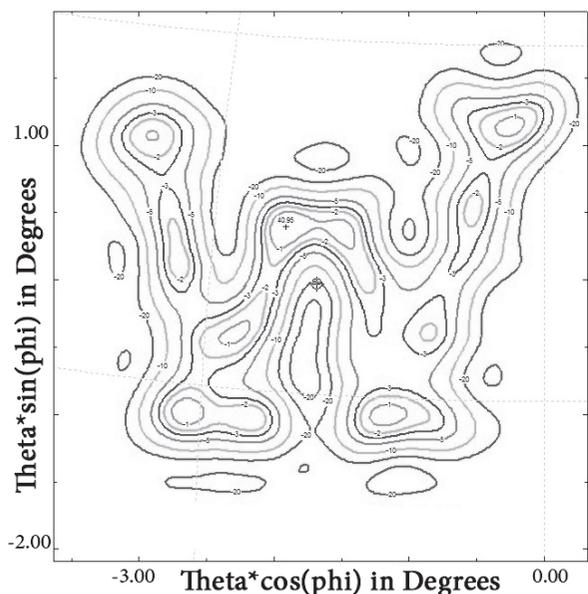


Рис. 1. Картографическое представление контурной диаграммы направленности

Подтверждением этому может служить объявление в 2012 г. государственного конкурса на разработку бортовых антенн и антенных систем,

в том числе с контурными диаграммами направленности, для космических аппаратов связи, вещания и ретрансляции.

Несмотря на актуальность проблемы синтеза антенн с контурными диаграммами направленности, практически отсутствуют научные публикации на эту тему, охватывающие такие вопросы, как анализ различных методов синтеза, их эффективность, разработка универсальных базовых принципов и алгоритмов. Большинство существующих работ не выделяют синтез антенн с контурными диаграммами направленности как самостоятельную научную актуальную задачу.

Разработка общего алгоритма синтеза

Для систематизации и логического упорядочения существующих подходов к решению поставленной задачи разумно разработать некоторый общий алгоритм, описывающий принципы решения задачи о синтезе антенн с контурными диаграммами направленности, который сводится, в конечном счете, к определению амплитудно-фазового распределения возбуждения антенны. Нагляднее всего показать этапы синтеза таких антенн на примере антенных решеток, все многообразие которых позволяет решать самые разнообразные задачи связи [1-2]. По эффективности они имеют неоспоримые преимущества по сравнению с другими типами антенн, а при использовании антенных решеток в качестве бортовых антенн возможно улучшение массогабаритных характеристик бортовой аппаратуры за счет применения печатных технологий. В антенных решетках может использоваться большое количество различных типов излучающих элементов, фазовращателей и других элементов.

Безусловно, первым этапом данного алгоритма необходимо поставить начальные условия, описывающие диаграмму направленности, то есть форму отпечатка ее сечения горизонтальной плоскостью, желаемую плотность потока энергии в контрольных точках, формирующих контур и другие параметры. Как правило, при решении конкретных практических задач точкой отсчета является некоторая описываемая конкретными координатами географическая область на поверхности планеты. Однако в ряде специфических задач, в решении которых могут быть задействованы антенны с контурными диаграммами направленности (например, задачи беспроводной передачи энергии в промышленных или военных целях), форма сечения луча может представлять собой простую геометрическую фигуру – квадрат, эллипс и т.п. (см. рис. 2).



Рис. 2. Трехмерное представление диаграммы направленности с прямоугольным сечением главного лепестка

Для того, чтобы перейти от трехмерной модели диаграммы направленности к плоскости сечения, на которой располагается контур, необходимо провести преобразование координат. Чтобы не делать этого абстрактно, в качестве используемой антенной системы возьмем плоскую антенную решетку с прямоугольной сеткой размещения элементов.

Положим, что решетка состоит из одинаковых излучателей. Тогда можно представить ее характеристику направленности $F(\theta, \varphi)$ в виде произведения характеристики направленности изолированного излучателя $f(\theta, \varphi)$ на множитель решетки $F_a(\theta, \varphi)$ [3]:

$$F(\theta, \varphi) = f(\theta, \varphi)F_a(\theta, \varphi), \quad (1)$$

где $F_a(\theta, \varphi) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N A_{mn}$; A_{mn} – комплексные коэффициенты возбуждения элементов решетки. Так как нас интересует форма диаграммы направленности в плоскости, параллельной плоскости полотна решетки, то для продолжения синтеза необходимо сделать переход к ней. Для этого перейдем от сферических координат к декартовым: $u = kd_x \sin \theta \cos \varphi$; $v = kd_y \sin \theta \sin \varphi$. Теперь выражение для характеристики направленности решетки можно записать в следующем виде:

$$F(u, v) = f(u, v) \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N A_{mn}. \quad (2)$$

После трансформации координат встает вопрос о способе задания необходимого контура уже в плоскости сечения. Способ аппроксимации контура всецело зависит от количества его форм и их сложности. Рассмотрим некоторые из возможных вариантов. Для задания некоторых

простых контуров, как было показано, например, в [4], можно воспользоваться простыми аналитическими выражениями. Например, контур в виде эллипса при рассмотрении его относительно координат u и v может быть задан формулой:

$$\frac{u^2}{a^2} + \frac{v^2}{b^2} = 1, \quad (3)$$

где $a = kd_x \sin \theta_1$, $b = kd_y \sin \theta_2$. Однако целесообразнее применять другой способ. При его использовании внутри области задается некоторое количество контрольных точек оптимизации, желаемое значение определенного параметра в которых (например, плотности потока энергии) задано (см. рис.3). И для того, чтобы подобрать необходимые коэффициенты возбуждения, запускается процесс численной оптимизации. Существует ряд алгоритмов численной оптимизации и их модификаций, принципам работы которых посвящено большое количество работ. Однако на практике чаще всего используются так называемые генетические алгоритмы, функционирующие на основе законов биологической эволюции. Данный вид алгоритмов обладает достаточной простотой программной реализации, широким набором контролируемых параметров и легко поддается адаптации под конкретную задачу.

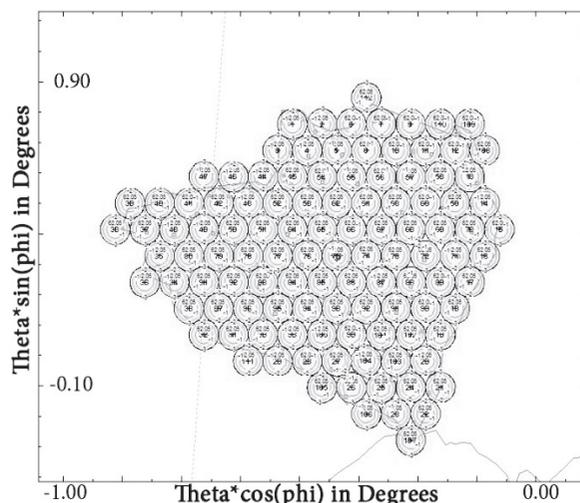


Рис. 3. Точки оптимизации, заполняющие область контура Самарской области

Вторым этапом разрабатываемого алгоритма целесообразно поставить выбор вида антенной системы, с помощью которой и будет получена нужная нам диаграмма направленности. Сложилась практика для этих целей использовать два вида антенных систем – антенные решетки и зеркальные антенны. Как правило, зеркальные антенны широко применяются при создании спут-

никовых сетей телевизионного и радиовещания. Обычно это однозеркальные простые антенны с многоэлементным облучателем или же зеркальные антенны с одноэлементным облучателем, но имеющие рефлектор сложной профилированной формы. Различные виды антенных решеток получили широкое распространение для бортовых систем радиолокации, слежения, наведение и прочее. Однако антенные решетки успешно могут быть использованы и для покрытия выделенных географических областей.

Выбор метода решения производится в соответствии с начальными условиями задачи. Однако в современных условиях большинство прикладных задач, особенно в сфере спутникового вещания, решают с помощью различных численных оптимизационных алгоритмов поиска.

При рассмотрении прикладных задач оптимизации, в частности задачи отыскания коэффициентов возбуждения, формирующих необходимую контурную диаграмму направленности, можно записать некоторую общую для всех видов задач форму. Все эти задачи можно классифицировать как задачи минимизации некоторой функции $Goal(X)$ на некотором множестве WN -мерного векторного аргумента. Можно отметить также, что если функция $Goal(X)$ имеет минимум в точке X^* , то функция $Goal(X)$ в точке X^* имеет максимум. Поэтому для отыскания максимума функции можно применять те же методы, что и для отыскания минимума [5, 6].

Одной из проблем оптимизации является проблема локальных минимумов. Функция $Goal(X)$ может иметь несколько локальных минимумов, и некоторые алгоритмы оптимизации, попадая в один из них, прекращают свою работу, тогда как для оптимального решения необходимо наличие абсолютного или глобального минимума функции $Goal(X)$ [5].

Для использования различных способов численной оптимизации необходимо сначала, как показано выше, сформировать некоторую функцию $Goal(X)$, которую обычно называют целевой функцией, поиск глобального минимума которой и будет являться процессом решения задачи формирования контурных диаграмм направленности.

Покажем процесс формирования целевой функции для решения поставленной задачи о синтезе антенн с контурными диаграммами направленности. Учитывая вышесказанное, общее выражение целевой функции можно представить в виде:

$$GFun = \left[\sum_{i=1}^N (X_{iopt} - X_i) \right],$$

где N – число контрольных точек оптимизации; X_{iopt} – значение выбранного параметра в контрольной точке, численно заданное в начальных условиях; X_i – оптимизируемое значение параметров, содержащее искомые амплитудно-фазовые распределения.

Далее как результат решения задачи идет получение в том или ином виде амплитудно-фазового распределения, реализующего требуемую контурную диаграмму направленности. Часто решение, полученное путем численной оптимизации, представляет собой набор коэффициентов, характеризующих фазу и амплитуду каждого элемента (в случае антенных решеток) или же добавочную деформацию элемента поверхности рефлектора (в случае зеркальных антенн). При классическом решении амплитудно-фазовые распределения могут быть выражены аналитически, в виде некоторых функций.

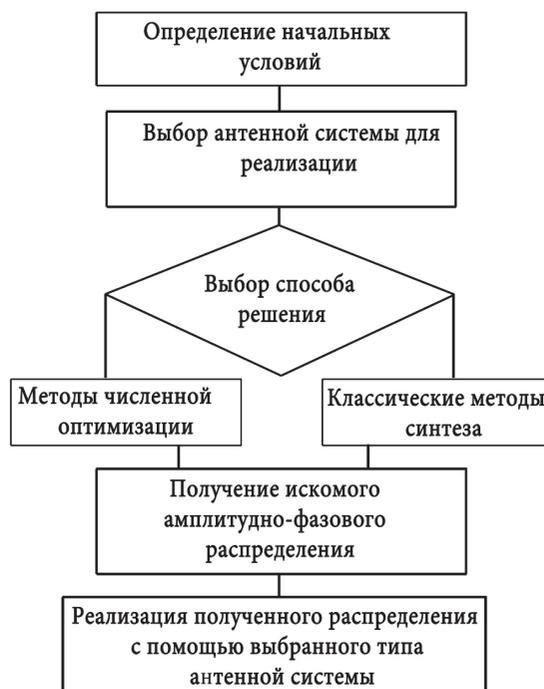


Рис. 4. Блок-схема алгоритма синтеза антенн с контурными диаграммами направленности

Заключение

Заключительной частью алгоритма является реализация полученного амплитудно-фазового распределения с помощью выбранного ранее типа антенной системы. Общий вид разработанного алгоритма показан на рис.4.

Литература

1. Скобелев С.П. Фазированные антенные решетки с секторными парциальными диаграм-

- мами направленности. М.: Физматлит, 2010. – 320 с.
2. Активные фазированные антенные решетки. Под ред. Д.И. Воскресенского и А.Н. Канащенкова. М.: Радиотехника, 2004. – 488 с.
 3. Monzingo R.A., Miller T.W. Introducing to adaptive arrays. SciTechPublishing Inc., 2004. – 552 p.
 4. Botha E., McNamara D.A. A contoured beam synthesis technique for planar antenna arrays with quadrantal and centro-symmetry // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. Vol. 41, No. 9, 1993. – P.1222-1231.
 5. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учебное пособие. М.: Высшая школа, 2005. – 544 с.
 6. Bucci O.M., Capozzoli A., D’Elia G.A Global Optimization Technique in the Synthesis of Hybrid Reflector Antennas // Advanced Computational Electromagnetic Symposium. Monterey, California, USA/ March, 2001. – P.235-261.

DEVELOPMENT OF GENERAL SYNTHESIS ALGORITHM OF ANTENNAS WITH CONTOURED BEAMS

Sivkov A.S., Spodobaev Y.M.

This article is devoted to the synthesis of antenna systems with shaped antenna patterns with given shape and compiling a synthesis algorithm for solving this task pane.

Keywords: antenna systems, contour pattern, optimization algorithms, synthesis.

Сивков Александр Сергеевич, инженер Центра информационных образовательных технологий Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел. 8-927-601-00-57. E-mail: ciotworkacc33@gmail.com

Сподобаев Юрий Михайлович, д.т.н., профессор Кафедры электродинамики и антенн ПГУТИ, главный научный сотрудник Самарского отделения НИИ радио (г. Москва). Тел: 8-960-832-18-74. E-mail:spod@soniir.ru

УДК 621.391.15

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ЦИКЛОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ ЦИФРОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ

Стефанова И.А., Стефанов А.М.

Вырабатываются рекомендации по организации цикловой синхронизации цифровых радиовещательных сигналов.

Ключевые слова: цикловая синхронизация, групповая синхронизация, циклический код.

Введение

Как показано в [1], метод цикловой синхронизации по смежному классу циклического кода вполне пригоден для каналов с относительно высоким уровнем помех. При этом не рассмотрены его возможности в условиях проскальзываний, характерных для системы наземного цифрового радиовещания [2]. В результате остается открытым вопрос о принципах организации цикловой синхронизации в системе цифрового радиовещания.

Постановка и решение задачи

В процессе передачи цифрового потока в пределах цикла образуется конечная последовательность символов:

$$a_{11}a_{12}\dots a_{1N}a_{21}a_{22}\dots a_{2N}\dots a_{m1}a_{m2}\dots a_{mN}, \quad (1)$$

где двойной индекс означает номер символа в кодовом слове и номер кодового слова в цикле, соответственно.

Дальнейшие рассуждения опираются на следующие положения работы [1]:

- модель декодирования последовательности (1);
- с целью обеспечения минимальной уязвимости циклического кода при синхронизации в каждом кодовом слове перед передачей инвертировано $n'_0 \leq [(d+1)/4]$ символов, где d – минимальное кодовое расстояние.

Предположим, что на i -ый импульсной позиции η -го цикла произошло выпадение элемента сигнала. Если на этой позиции передается m -ой символ Ψ -го кодового слова, то выражение (1) примет вид:

$$a_{11}\dots a_{1N}\dots a_{m1}\dots a_{m(\Psi-1)}a_{m(\Psi+1)}\dots a_{(m+1)1}\dots a_{n2}\dots b_{11}, \quad (2)$$

где b – символ кодового слова следующего цикла.