

УДК: 621.396

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПЕРЕСТРОЕНИЕ ПРОВОДНОЙ СЕТКИ РУПОРНОЙ АНТЕННЫ

А.Н. Гилева, А. Алхадж Хасан

Научный руководитель: доцент, д.т.н., Т.Р. Газизов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: gileva2001@mail.ru

PRELIMINARY MODELING AND REBUILDING OF A HORN ANTENNA WIRE-GRID

A.N. Gileva, A. Alhaj Hasan

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Dr., T.R. Gazizov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: dv_klyukin@tu.tusur.ru

Abstract. *In this paper, a preliminary modeling and rearrangement of a horn antenna grid is performed, in order to get a wire-grid structure for further investigations in the OCGA modeling approach applications. This was done by calculating the antenna radiation pattern from a big number of grids that differ by the partition combinations used to build the grid. Their results were compared with the measured and calculated ones using automated segmentation approach. The optimal combination that showed a good agreement in comparisons was determined.*

Введение. Моделирование антенны используя метод моментов (ММ) позволяет значительно минимизировать вычислительных затрат при дискретизации их структур, сохраняя при этом достаточно точность результатов расчета их характеристик [1, 2]. Благодаря этим, предложены много подходов на его основе, включая моделирование проводящих структур проводной сеткой (ПС) [3], которое, в свою очередь, легло в основу аппроксимации поверхностных антенн оптимальной токовой сетки (АОТС), представленной в работе [4].

Согласно АОТС, элементы матрицы тока, полученные после первого моделирования подходом (ПС), нормируются относительно максимального модуля тока в проводах сетки. Затем исключаются провода, в которых нормированный модуль тока меньше максимального на определенное значение, называемое допуском удаления элемента сетки (ДУЭС). В результате получается разреженная структура антенны, которую можно использовать при последующих моделировании и изготовлении антенн. Однако АОТС применяется только на структурах, построенных с помощью ПС, с учетом аппроксимации тока в каждом проводе одним сегментом, поскольку можно удалить только куски провода, а не сегменты. Следовательно, необходимо перестраивать каждую секту, полученную применяя ПС и традиционных рекомендаций по его использованию. Тем не менее, перестроение исходной ПС-сетки может привести к изменению точности ее результатов. Поэтому цель данной работы – перестроить сетку рупорной антенной, полученную с использованием ПС, чтобы сделать ее применимой к АОТС.

Экспериментальная часть. Использована рупорная антенна из [3]. Геометрические параметры её моделируемой структуры и изготовленного прототипа представлены в таблице 1. Её структура,

полученной с помощью ПС, представлена на Рис 1. Регулярная (S_r) и нерегулярная (S_e) части рупора разбились на части по трем осям. При моделировании широкие стенки S_r были разделены на части SZ_r вдоль оси Z и SX_r вдоль оси X , узкие стороны – SZ_r и SY_r , а задняя стенка была разделена на SX_r и SY_r , соответственно. Аналогично, S_e разбилась, используя SZ_e , SX_e , SY_e . Антенна возбуждалась отрезком провода с разностью потенциалов 1 В, размещенном на стыке S_r и S_e частей рупора между его широкими стенками. Радиус провода структуры принят равным $\lambda/100$, а провод воздействия – $\lambda/50$. Структура антенне моделировалась, используя разных комбинаций разбиения сетки (C). Самые близкие комбинации по полученным характеристикам приведены в таблице 2. Каждый провод состоял из одного сегмента. Нормированные модули напряженности поля вычислялись на частоте 8 ГГц в плоскости H . На основе сравнения результатов, полученных с помощью этих комбинаций разбиения сетки, с результатами моделирования с автоматической сегментацией и измерениями, проведенными в [3], выбрана оптимальная комбинация разбиения сетки рупорной антенны, позволяющая применять АОТС.

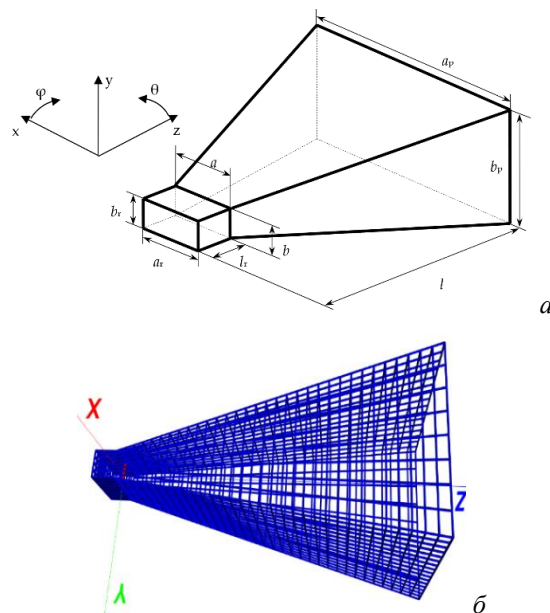


Рис. 1. Изометрический вид (а), и полученной с помощью ПС сетки антенны (б)

Таблица 1

Геометрические параметры структуры рупорной антенны

Параметр	a_p	b_p	a	b	a_r	b_r	l	l_r
Модель	80	60	23	10	23	10	150	10
Прототип	79,9	59,8	23	10	23	10	149,9	10

Таблица 2

Выбранные комбинации разбиению сетки рупорной антенны

S	SO	C1	C2	C3	C4	C5
S_r	SX_r	4	8	8	8	16
	SY_r	2	16	8	4	8
	SZ_r	4	8	8	8	16
S_e	SX_e	32	32	32	32	32
	SY_e	16	16	16	16	16
	SZ_e	32	32	32	32	32

Результаты. На рис. 2а приведены диаграммы направленности (ДН) антенны в плоскости H , полученные при разных комбинациях разбиения сетки. Видно, что разбиение сетки S_r оказывает большее влияние на форму ДН, особенно на заднее излучение. На рис. 2а сравнены полученные ДН измерением и моделированием с автоматической сеткой ($\lambda/10$) с результатами, полученными при оптимально выбранной комбинации разбиения сетки (С3). Выбрать малого или большого количества частей сетки не даёт точные результатов, так как, самый близкий вариант разбиения S_r при одинаковом количестве частей S_e , был (С3), результаты которого соответствуют результатам, полученным при автоматической сегментации и измерении. В результате, в последующих исследованиях можно применить АОТС к полученной сетке при (С3) для получения разреженной рупорной антенны.

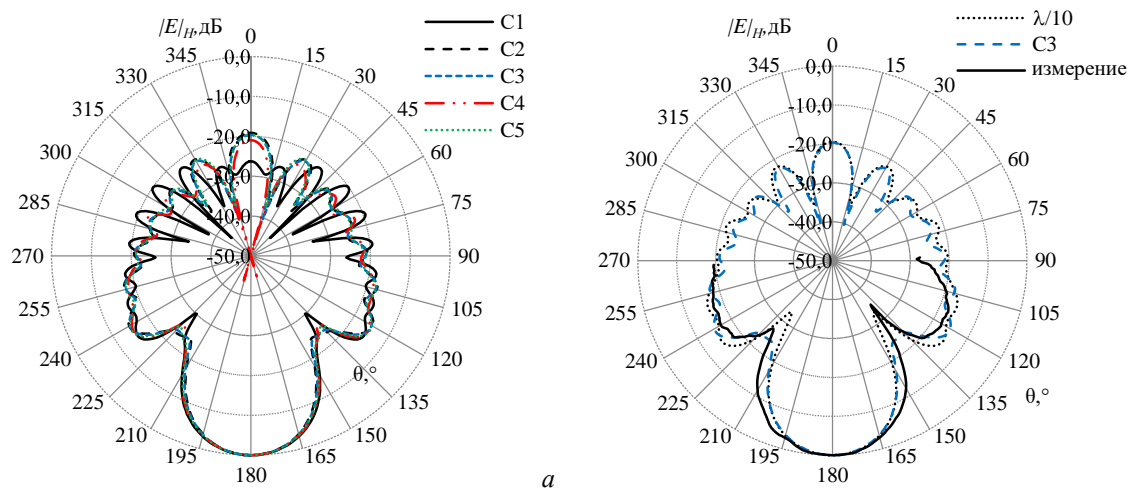


Рис. 2. ДН рупорной антенны при разных комбинациях разбиения сетки (а)

Сравнение полученной ДН при оптимальной комбинации с измеренными и вычисленными при $\lambda/10$ (б)

Заключение. Таким образом, исследованы различные варианты перестройки сетки проводной структуры рупорной антенны с целью ее последующего использования при применении АОТС. Найден оптимальный вариант комбинации частей разбиения сетки, при котором её полученная ДН, согласуется с полученными измерением и моделированием используя автоматической сегментации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России по проекту FEWM-2023-0014.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Makarov S.N. Antenna and EM modeling with MATLAB. – NY: John Wiley & Sons, 2002. – 288 p.
2. Harrington R. F. Matrix methods for field problems // Proceedings of the IEEE. – 1967. – V. 55., №. 2. – P. 136-149.
3. Alhaj Hasan A. et al. On Wire-Grid Representation for Modeling Symmetrical Antenna Elements // Symmetry. – 2022. – V. 14., №. 7. – P. 1354.
4. Alhaj Hasan A., Nguyen T.M., Kuksenko S.P., Gazizov T.R. Wire-grid and sparse MoM antennas: past evolution, present implementation and future possibilities. // Symmetry. – 2023. – Vol. 15(2). – P. 378.