

Список использованных источников

1. Сектор радиосвязи (ITU-R). URL: <https://www.itu.int/en/ITU-R/Pages/default.aspx> (дата обращения: 05.03.2024).
2. Rec. ITU-R S.580-5 Radiation diagrams use as objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites.
3. Zaitseva I. N., Baramykov A. I. Testing the main Parameters of the Antennas of Satellite Earth Stations// Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications, SINKHROINFO 2018; P. 1-6. DOI: 10.1109/SYNCHROINFO.2018.8457005.

Зайцева Ирина, Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физики, радиотехники и электроники. E-mail: irina-zai@yandex.ru

УДК 621.396.946

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ПЕЛЕНГАЦИИ И ЦИФРОВОГО ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИНЕЙНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ

И.В. Пешков, В.А. Жигулин

«Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец

Ключевые слова: цифровая пеленгация, цифровое диаграммообразование, алгоритмы обработки сигналов.

Введение

Была поставлена следующая цель работы: создать и изучить модель работы алгоритмов цифровой пеленгации и диаграммообразования с учетом фактора взаимного влияния между антенными элементами.

Задачи данной работы:

- изучить принципы работы алгоритмов цифровой пеленгации и диаграммообразования;
- разработать цифровую модель алгоритмов таким образом, чтобы в ней учитывалась особенность взаимного влияния;
- провести моделирование алгоритмов для линейной антенной решётки с элементами патч-антенн.

Описание модели

На рисунке 1 представлена обобщённая схема модели. Её можно разделить на три части: антенная решётка (АР), алгоритм пеленгации и алгоритм формирования диаграммы направленности (ДН). Формула для расчёта выходного сигнала антенной решётки имеет следующий вид:

$$\bar{x}(k) = \bar{A} \cdot \bar{s}(k) + \bar{n}(k), \quad (1)$$

где $\bar{n}(k)$ – вектор шума; \bar{A} – матрица сканирующих векторов, рассчитываемая по следующей формуле:

$$\bar{A}_{ДН} = [\bar{q}_{ДН}(\theta_1) \bar{q}_{ДН}(\theta_2) \dots \bar{q}_{ДН}(\theta_D)], \quad (2)$$

где $\bar{q}(\theta_D)$ – это сканирующий вектор из M элементов для направления θ , $f(\theta)$ – это значение диаграммы направленности в направлении угла θ :

$$\bar{q}_{ДН}(\theta) = [f(\theta) \ f(\theta) \cdot e^{j\pi \sin \theta} \dots f(\theta) \cdot e^{j(M-1)\pi \sin \theta}] \quad (3)$$

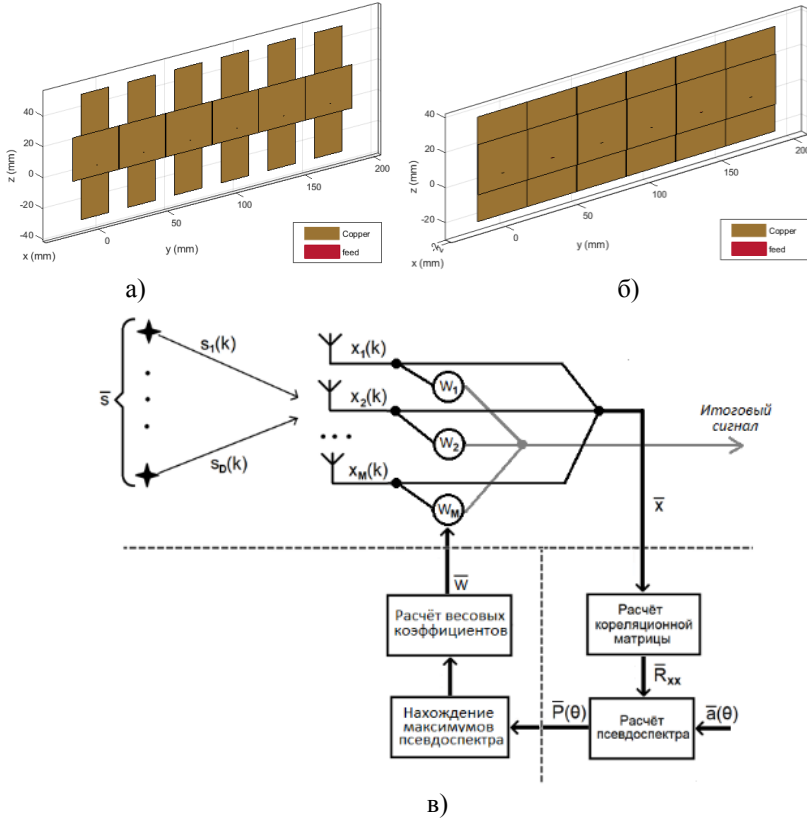


Рисунок 1- Схема моделей антенных решёток

Антенные решётки, показанные на рисунке 1 а), б), являются линейными и состоят из шести элементов. Получены с помощью электродинамического моделирования, при этом учитывается взаимное влияние между ними. Данные элементы являются прямоугольными. Материалом излучения является медь, в качестве диэлектрика выступает воздух.

Затем вычисляется пространственный спектр. Другими словами, происходит оценка координат сигналов и формирование диаграммы направленности.

Результаты моделирования

На графиках (рисунок 2) представлено сравнение итоговых выходных сигналов для каждой модели антенной решётки и изначального полезного сигнала.

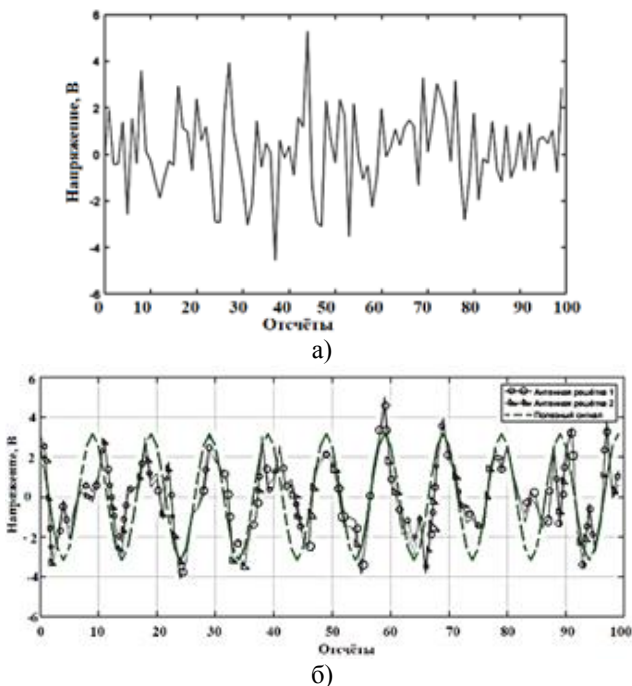


Рисунок 2 - Сигнал на выходе AP а) до и б) после beamforming

Заключение

В данной работе была описана модель работы алгоритмов цифровой пеленгации и цифрового диаграммообразования. Описаны принципы работы модели, рассмотрена математическая составляющая модели.

Также было проведено испытание модели. Рассмотрен процесс цифровой пеленгации, получены графики сигналов до и после работы алгоритма цифрового диаграммообразования. Полученные данные могут свидетельствовать о корректности предложенной модели.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-21-00125, <https://rscf.ru/project/23-21-00125/>

Список использованных источников

1. Frank B. G. Smart Antennas for Wireless Communications: With MATLAB. - New York: McGraw-Hill Professional, 2005. — 288 с.
2. Schmidt, R. Multiple Emitter Location and Signal Parameter Estimation / R. Schmidt // IEEE Transactions on Antenna. Propagation. — 1986. — Vol. AP-34, №2. — С. 276-280.

3. Пешков И. В., Жигулин В. А., Фортунова Н. А. Моделирование процесса радиопеленгации цифровыми антенными решетками с учетом эффекта взаимного влияния антенных элементов // Надежность и качество сложных систем. 2023. № 4. С. 40–52. doi: 10.21685/2307-4205-2023-4-4

Пешков Илья Владимирович, к. физ.-мат. н., доцент, доцент каф. физики, радиотехники и электроники, ilvpeshkov@gmail.com

Жигулин Владимир Александрович, магистрант направления 43.04.01 Сервис (профиль) Сервис цифровых радиотехнических систем, obi4n@yandex.ru

УДК 621.398

ПРОБЛЕМЫ СЧИТЫВАНИЯ МЕТОК RFID-СИСТЕМЫ

Е.М. Шантуров, А.А. Минаев, С.А. Князьков
Филиал ФГБУ НИИР — СОНИИР, г. Самара

Показатель надежности RFID является важным параметром и может достигать 99,9%, однако на практике далеко не всегда получается этого достигнуть. Проблемы с корректностью считывания меток носят различный характер. Для улучшения эффективности функционирования системы возможна оптимизация некоторых параметров: выбор и настройка антенны метки, а также антенны считывателя, определение оптимального времени сканирования, использование метода накопления результатов и т.п. [1-3].

В большинстве ситуаций время на считывание ограничено, мощность излучения считывателя настроено на максимум и диаграмма направленности (ДН) антенны направлена на метку. Однако, остаются проблемы с корректностью считывания и коллизиями в разных условиях применения. В качестве решения можно выделить использование нескольких антенн для считывания одних и тех же меток в одном месте. Пример RFID-системы с несколькими считывателями показан на рисунке 1, в которой за управление процессом отвечает электронно-вычислительная машина (ЭВМ).

Одной из задач улучшения качества считывания является способ расстановки антенн. С учетом ДН расставить антенны считывателей в определенной зоне считывания можно двумя способами. В первом случае антенны от первого считывателя располагаются поблизости с одной стороны зоны считывания, соответственно антенны второго считывателя находятся с другой стороны зоны. Таким образом, в каждой зоне процесс считывания меток происходит с двух считывателей одновременно. Во втором случае в каждой зоне считывания находятся антенны только от одного считывателя. Второй задачей является управление процессом считывания. В зависимости от способа расстановки антенн для опрашивания метки может использоваться та или иная антенна и считыватель, остальные могут прослушивать ответные сообщения.