

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ АПЕРТУРНЫХ АНТЕНН

© 2021 Ю. П. Преображенский, Ю. Л. Чупринская, Е. Ружицкий

*Воронежский институт высоких технологий
Панъевропейский университет (Братислава, Словакия)*

В работе обсуждаются некоторые особенности расчета сверхширокополосных апертурных антенн. Приведены частные результаты моделирования.

Ключевые слова: связь, апертурная антенна, моделирование, радиоволна.

Апертурные антенны в настоящее время применяются в связи, радиолокации и других сферах.

Их различные модификации создаются уже в течение более чем 70 лет. Различные разработки, связанные со сверхкороткими импульсами, являются полезными с практической точки зрения для апертурных антенн.

В чем особенности построения указанного вида антенн? Мы выделяем определённую ограниченную область в поверхностях.

Она соотносится с антенной. Сторонние источники распределены заданным образом на апертуре. Вне неё мы считаем, что сторонних источников нет [1, 2].

Данная модель позволяет по требуемой диаграмме направленности осуществить процесс синтеза того, как распределены сторонние источники. Также по элементам решётки можно оценить точность их позиционирования [3].

В настоящее время активным образом развиваются разные численные подходы для анализа антенн. Например, среди них можно указать методы интегральных или дифференциальных уравнений. На их основе формируются алгоритмы, позволяющие осуществить точный расчет по полям излучения [4].

Но происходит развитие теоретических положений, относящихся к апертурным антеннам. Это происходит вследствие того, что они имеют достаточно простую конструкцию.

Для ближней зоны различные подходы, связанные с оценкой параметров антенны, развиваются около 50 лет. В чём заключается их близость с точки зрения идеи к апертурным подходам?

Способы являются похожими, поскольку для определённой поверхности получают результаты измерений полей. Есть возможность для того, чтобы проводить вычисления полей в любых точках на базе принципа Гюйгенса [5, 6].

Теория апертурных антенн будет полезной для того, чтобы в ближней зоне осуществлять расчёт по диаграммам направленности.

Для выбранной поверхности, являющейся замкнутой, осуществляется процесс измерений полей. В этом состоит аналогия различных методик, которые применяются для анализа апертурных антенн и подходов, позволяющих на основе измерений в ближней зоне осуществлять восстановление диаграмм направленности.

В методе ближней зоны одной из актуальных задач является определение расстояния между зондом и апертурой, которое будет оптимальным при заданных начальных условиях [7, 8].

Если размеры зонда будут близки к размерам анализируемой антенны, то отношение сигнал/шум будет достаточно большое. В связи с тем, что формы поверхностей антенны бывают достаточно сложными, эффективным является применение метода интегральных уравнений.

Для круглой апертуры импульсная характеристика записывается соответствующим образом в случае, если амплитудное распределение полей является постоянным.

Преображенский Юрий Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, petrovich@vivt.ru.
Чупринская Юлия Леонидовна – Воронежский институт высоких технологий, студент, chup_yulliya90@yandex.ru.
Ружицкий Евгений – Панъевропейский университет, канд. техн. наук, доцент, rush_evg_br53@yandex.ru.

$$E(t, \rho, z) = \frac{z}{ct} \begin{cases} 0, 0 < ct < z, \\ 0, z < ct < \sqrt{z^2 + (a - \rho)^2}, \rho > a, \\ 1, z < ct < \sqrt{z^2 + (a - \rho)^2}, \rho < a, \\ \varphi / 2\pi, \sqrt{z^2 + (a - \rho)^2} < ct < \sqrt{z^2 + (a + \rho)^2}, \\ 0, ct > \sqrt{z^2 + (a + \rho)^2}. \end{cases}$$

В указанном выражении $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$,
 a рассматривается в виде радиуса апертуры.

$$\varphi = 2 \arccos\left(\frac{\rho^2 + s_t^2 - a^2}{2\rho s_t}\right).$$

$s_t = \sqrt{(ct)^2 - z^2}$ рассматривается в виде
радиуса окружности.

На рисунках 1, 2 проведены иллюстрации
графиков $E(t, \rho, z)$, когда будут разные
значения ρ, z .

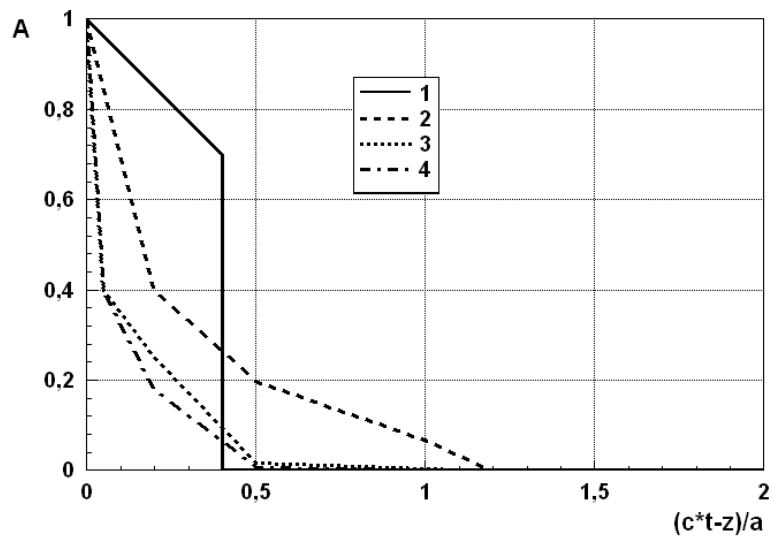


Рисунок 1. Иллюстрация откликов в ближней зоне для апертурной антенны
Рассматриваются параметры: 1– $\rho=0, z=9,5$; 2– $\rho=9,3, z=9,5$; 3– $\rho=0, z=1,9$; 4– $\rho=9,3, z=0,19$; $a = 9,7$ м, в ходе расчетов учитывается множитель апертуры.

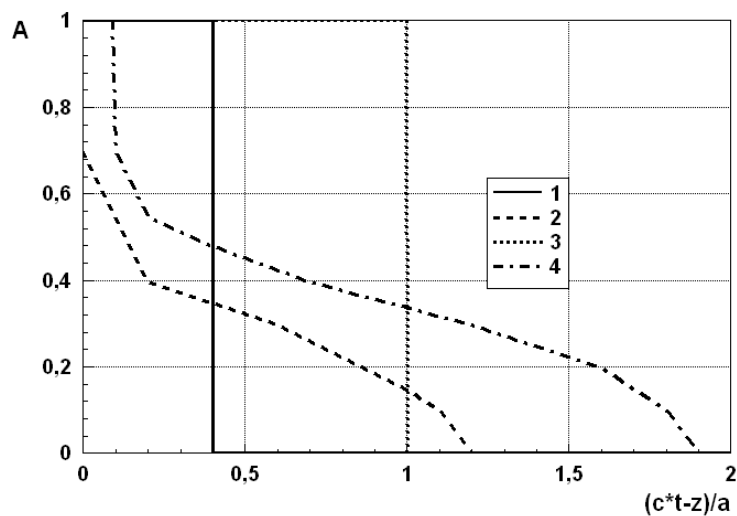


Рисунок 2. Иллюстрация откликов в ближней зоне для апертурной антенны
Рассматриваются параметры: 1– $\rho=0, z=9,5$; 2– $\rho=9,3, z=9,5$; 3– $\rho=0, z=1,9$; 4– $\rho=9,3, z=0,19$; $a = 9,7$ м, в ходе расчетов учитывается множитель апертуры

Форма апертуры будет оказывать меньшее влияние на импульсную характеристику антенны за счёт того, что на апертуре будет существовать остронаправленный элемент. Процессы затенения зеркал облучателей могут быть нивелированы за счёт применения офсетной конфигурации. Следует отметить, что для временной области процедуры расчёта в таком случае могут оказаться проще, если сравнивать с частотной областью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Преображенский Ю. П. Распространение радиоволн для объектов с полостями / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 187-190.
2. Lvovich I. Ya. Modelling and optimizing sensor wireless network systems / I. Ya. Lvovich, Ya. E. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, Yu. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov // IOP Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation. – 2021. – С. 22080.
3. Lvovich I. Y. Algorithmization of control of information and telecommunication systems based on the optimization model /

I.Ya.Lvovich, A.P.Preobrazhenskiy, Y.E. Lvovich, O.N.Choporov // Procedia Computer Science. 14. Сер. "14th International Symposium "Intelligent Systems", INTELS 2020". – 2021. – С. 563-570.

4. Львович И. Я. Исследование характеристик сложных дифракционных структур на основе комбинированного подхода / И. Я. Львович, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Ural Radio Engineering Journal. – 2021. – Т. 5. – № 1. – С. 49-62.

5. Lvovich I. Ya. Models for evaluating the performance of complex information and communication systems / I. Ya. Lvovich, Ya. E. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, Yu. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov // Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk, Russian Federation. – 2020. – С. 22099.

6. Львович И. Я. Расчет характеристик металлодиэлектрических антенн / И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 11. – С. 26-29.

7. Казаков Е. Н. Разработка и программная реализация алгоритма оценки уровня сигнала в сети wi-fi / Е. Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 13.

THE FEATURES OF CALCULATION OF ULTRA BAND APERTURE ANTENNAS

© 2021 Yu. P. Preobrazhenskiy, Yu. L. Chuprinskaya, E. Ruzhicky

*Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)
Pan-European University (Bratislava, Slovakia)*

The paper discusses some features of the calculation of UWB aperture antennas. Particular results of modeling are presented.

Keywords: communication, aperture antenna, modeling, radio wave.