

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКОЙ АНТЕННЫ

© 2016 М. И. Цвиркун, А. А. Хорошилов

Воронежский институт высоких технологий
Российский новый университет

В статье проводится исследование характеристик логопериодической антенны с использованием сверхширокополосных сигналов. Указано, каким образом определяется частотная характеристика антенны. Исследуется, вид зависимости амплитудно-частотной и фазочастотной характеристики.

Ключевые слова: антенна, электромагнитное поле, сигнал, частота, информация.

Нестационарные сигналы, имеющие широкий спектр частот, в существующих условиях применяют в сфере радиолокации для систем дистанционного исследования различных объектов, для систем, касающихся скоростной передачи информации.

Когда применяются сверхширокополосные сигналы (имеющие полосу частот, превышающую одну октаву), то можно отметить некоторые технические трудности, среди которых есть такие, которые связаны с излучением.

Довольно часто для того, чтобы излучать сверхширокополосные сигналы, применяют вибраторы, дискоконусные и рупорные антенны.

Но при этом есть ограничение полосы частот таких антенн по коэффициенту перекрытия по частоте, поскольку происходит ухудшение входных характеристик для высоких частот.

Тогда происходит искажение сигналов, спектр у которых получается лежащим за указанными пределами.

Среди недостатков подобных антенн можно отметить то, что они обладают слабой направленностью.

Среди известных широкополосных антенн, логопериодических и логоспиральных, можно отметить высокий коэффициент усиления, у них также нет ограничений рабочей полосы частот по входному сопротивлению, а также диаграмме направленности.

Но логоспиральные и логопериодические антенны имеют определенные ограничения при использовании их в процессах,

связанных с передачей и приемом сверхширокополосных сигналов.

Это связано с тем, что наблюдается сильная дисперсия в фазочастотной характеристике, которая определяет искажение в форме сверхширокополосного сигнала.

То есть, можно предусмотреть соответствующие механизмы, например, аппаратуру, которая даст возможности коррекции формы сигналов, проходящих через логопериодические антенны. Конечно, при обработке сигнала будет снижаться быстродействие передачи информации и необходимо знать модуль и фазу частотных характеристик антенн.

Мы будем рассматривать поле антенны, которое относится к дальней зоне, применяя спектральный метод.

В случае, когда анализируется гармонический сигнал, поле в дальней зоне определяется выражением

$$E(\theta, \varphi, \omega) = \frac{e^{-jkR}}{R} \sqrt{\frac{G(\omega)}{4\pi}} F(\theta, \varphi, \omega) e^{j\beta(\theta, \varphi, \omega)} U(\omega),$$

где G – представляет собой коэффициент усиления антенны при учете потерь при расогласовании, F – нормированная амплитудная характеристика направленности, β – фаза в диаграмме направленности, которую вычисляют относительно входа антенн, $U(\omega)$ – показывает нормированную амплитуду падающей волны для входа антенны. Основываясь на этом выражении, можно получить коэффициент передачи, который будет относительно входа антенны и точкой, находящейся в дальней зоне

$$Ed(\theta, \varphi, \omega) = \sqrt{G(\omega)} F(\theta, \varphi, \omega) e^{j\beta(\theta, \varphi, \omega)} U(\omega).$$

Цвиркун Максим Иванович – ВИБТ, студент, e-mail: cvirkbvhwrewxp_09@yandex.ru
Хорошилов Андрей Александрович – РосНОУ, аспирант, e-mail: andyhoroshhiyz@yandex.ru

Это будет, так называемая частотная характеристика антенны. Если опираться на спектральный способ, то в случае произвольного сигнала в дальней зоне имеем интеграл Фурье

$$s(t, \theta, \varphi) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} |Ed(\theta, \varphi, \omega)| |U(\omega)| \cos(\omega t + \beta(\theta, \varphi, \omega) + \arg(U(\omega))) d\omega$$

где $U(\omega)$ – является спектром входного сигнала, который определяется на основе мгновенного значения сигнала $u(t)$

$$U(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} u(t)e^{-j\omega t} dt$$

Мы проводили исследование логопериодической антенны с переменнo-фазным типом. Ее схема изображена на рисунке 1.

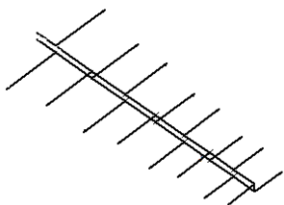


Рис. 1. Схема логопериодической антенны

Погрешность проведения расчетов для направления, соответствующего максимальному излучению, будет не более, чем 0,7 дБ в амплитудно-частотной характеристике и 8° в фазочастотной характеристике.

Оценки показывают, что для амплитудно-частотной характеристики логопериодической антенны при рассмотрении рабочей полосы частот характерно ее постоянство, а для фазочастотной характеристики наблюдается логарифмическая зависимость от частотного параметра в рамках следующего выражения:

$$\beta(\theta, \varphi, \omega) = \frac{\pi}{\gamma} \ln \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)$$

где γ – является коэффициентом подобия антенны.

Принцип логарифмической периодичности определяет то, что для резонансных частот вибраторов ω_n , а также их длин L_n происходит подчинение законам геометрической прогрессии

$$\omega_n = \frac{\omega_1}{\gamma^{n-1}}, L_n = \gamma^{n-1}$$

Здесь L_n , ω_n являются резонансной длиной и частотой вибратора, который является наибольшим, n – является номером вибратора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаков Е. Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети WI-FI / Е. Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 13.
2. Lvovich I. Ya. The analysis of scattering electromagnetic waves with use of parallel computing / I. Ya. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov, K. V. Kaydakova // В сборнике: 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 – Proceedings 2015. – С. 714-733.
3. Щербатых С. С. Метод интегральных уравнений как основной способ анализа в САПР антенн / С. С. Щербатых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 10.
4. Преображенский А. П. Вопросы прогнозирования трехмерных электродинамических характеристик / А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2015. – № 15. – С. 65-67.
5. Глотова Т. В. Применение методов оптимизации для проектирования поглотителей электромагнитных волн / Т. В. Глотова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 8.
6. Преображенский А. П. Способы управления электромагнитной обстановкой в помещении / А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 4 (11). – С. 10.
7. Глотова Т. В. Применение гибридного метода для расчета характеристик рассеяния объектов над шероховатой поверхностью / Т. В. Глотова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 11.
8. Преображенский А. П. Задачи оценки средних характеристик рассеяния электромагнитных волн / А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 2 (9). – С. 11.
9. Головинов С. О. Проблемы управления системами мобильной связи / С. О. Головинов, А. А. Хромых // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. – № 9. – С. 13-14.
10. Львович Я. Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский,

- С. О. Головинов // Телекоммуникации. 2010. – № 11. – С. 2-6.
11. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.
12. Lvovich I. Ya. The subsystem for solution problems of propagation electromagnetic waves indoors / I. Ya. Lvovich, A. P. Preobrazhensky, O. N. Choporov // Наука и человечество. – 2014. – № 6. – С. 24-26.
13. Ерасов С. В. Оптимизационные процессы в электродинамических задачах / С. В. Ерасов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 20-26.
14. Преображенский А. П. Построение радиолокационных изображений объектов / А. П. Преображенский, Ю. П. Хухрянский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 20-23.
15. Косилов А. Т. Восстановление радиолокационных изображений объектов с использованием методов радиоголографии / А. Т. Косилов, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 79-81.
16. Преображенский А. П. Аппроксимация характеристик рассеяния электромагнитных волн элементов, входящих в состав объектов сложной формы / А. П. Преображенский, Ю. П. Хухрянский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 15-16.
17. Юрочкин А. Г. Возможности использования итерационного метода при расчетах характеристик рассеяния комбинированных объектов / А. Г. Юрочкин, А. В. Данилова, И. А. Гусарова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 11.
18. Глотова Т. В. Модификация метода моментов в задачах рассеяния электромагнитных волн / Т. В. Глотова, Т. В. Мельникова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 11.

THE STUDY OF THE PROPERTIES OF A LOG-PERIODIC AERIAL ANTENNA

© 2016 M. I. Tsvirkun, A. A. Khoroshilov

*Voronezh Institute of high technologies
Russian new University*

The investigation of the characteristics of a log-periodic aerial antenna using UWB signals. Describe how the determined frequency response of the antenna. Investigated the dependence of the amplitude-frequency and phase-frequency characteristics.

Keywords: antenna, electromagnetic field, signal, frequency, information.