

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДИФИЦИРОВАННОЙ АНТЕННЫ ВИВАЛЬДИ В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ

А. А. Головков, Д. А. Калиникос, Г. А. Костиков, М. И. Сугак

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
(ЛЭТИ), г. Санкт-Петербург

Для излучения сверхкоротких импульсов и сверхширокополосных сигналов в радиосистемах в большинстве случаев используются различные типы "толстых" вибраторов, ТЕМ-рупоры и т. д. Значительно реже для этих целей используются антенны Вивальди, в то время как в других приложениях они нашли широкое применение.

Кроме того, в литературе практически отсутствуют сведения о количественной оценке важнейших энергетических характеристик антенны Вивальди в импульсном режиме, таких как энергетический коэффициент направленного действия (ЭКНД), энергетическая эффективная поверхность (ЭЭП), КПД фидерного тракта и некоторых других [1], что затрудняет проектирование импульсных систем с этими антеннами и оценку их дальности действия.

В данном докладе представлены результаты расчета основных энергетических характеристик излучателя Вивальди для различных длительностей возбуждающего импульса гауссовой формы и геометрии антенны, а также экспериментальное исследование канала связи, состоящего из двух таких антенн.

Экспериментальные результаты получены на двух образцах описанного ранее варианта антенны Вивальди [2], обладающего полосой рабочих частот 0.5-4.0 ГГц по критерию $S_{11} < -10$ дБ с размерами 310 x 200 мм. Передающая антенна возбуждалась гауссовым импульсом с длительностью около 1 нс по уровню 0,1. Получены формы импульса на нагрузке приемной антенны, для нескольких угловых положений излучателя в Е и Н плоскости.

Отмечено заметное отличие в ширине энергетической ДН в Е и Н плоскостях антенны (в Н-плоскости шире).

Электродинамический анализ основных характеристик выполнен с привлечением пакета «Microwave studio», вычислительное ядро которого основано на FIT-методе (Finite integration technique). Данный подход, при высокой вычислительной эффективности позволяет находить решение непосредственно во временной области, при этом для расчета ЭЭП, ЭКНД обработка результатов расчета временных зависимостей полей проводилась в

среде Mathcad.

Математическое моделирование формы сигнала на нагрузке приемной антенны дало удовлетворительное совпадение с результатами эксперимента [3].

В результате моделирования одиночного излучателя получены зависимости ЭКНД в нормальном направлении, для различных длительностей возбуждающего импульса и нескольких конфигураций профиля антенны.

На полученных зависимостях наблюдается существенный рост ЭКНД по мере уменьшения длительности сигнала. При увеличении длительности возбуждающего импульса кривые асимптотически приближаются к значению, соответствующему ЭКНД диполя Герца равному $3/2$.

В докладе обсуждается теоретическая зависимость КПД системы генератор – антенна от длительности импульса, как отношение полной излученной энергии к энергии возбуждающего импульса. Приведенное семейство количественно оценивает хорошо известный факт увеличение энергии отраженного в фидерную систему импульса с ростом его длительности, особенно заметное для антенны меньших размеров.

Обсуждаются результаты электродинамического расчета кроссполаризационных эффектов при импульсном возбуждении антенны Вивальди, даны временные зависимости и интегральная оценка доли энергии импульса для кроссполаризационной составляющей.

В результате исследований получены количественные оценки основных энергетических характеристик излучателя Вивальди в импульсном режиме в зависимости от длительности возбуждающего импульса для двух конфигураций антенны. Приведенные данные позволяют воспользоваться уравнением дальности в канале связи, использующем эти антенны.

Экспериментально исследован канал связи, состоящий из двух излучателей Вивальди.

Литература:

1. Авдеев В. Б. Энергетические характеристики направленности антенн и антенных систем при излучении и приеме сверхширокополосных сигналов и сверхкоротких импульсов // Антенны. 2002. Вып. 7(62). С. 5–27.
2. Сверхширокополосный излучатель Вивальди с модифицированной системой питания / А. А. Головков, Д. А. Калиникос, Б. А. Киселев и др. // Гр. 12-й Междунар. конф. "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии", Севастополь, 9–13 сентября 2002 г. Севастополь: Вебер, 2002. С.341–342.
3. А. А. Головков, Д. А. Калиникос, Г. А. Костиков, М. И. Сугак Экспериментальное исследование антенны Вивальди в импульсном режиме. Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Серия «Радиоэлектроника и телекоммуникации», 2003г. Вып.2. С. 13–16.